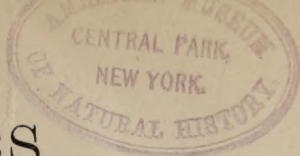

Bound at
A. M. N. H.
1924

ANALES

DEL

MINISTERIO DE FOMENTO



ANALES

DEL

MINISTERIO DE FOMENTO

DE LA

REPÚBLICA MEXICANA

TOMO VII

MÉXICO

IMPRENTA DE FRANCISCO DIAZ DE LEON

Calle de Lerdo Numero 3.

1882

Comisionado especial para la exploracion de los terrenos carboníferos de Puebla y Oaxaca.—Tengo la honra de remitir á vd. el Informe relativo á las exploraciones que he practicado en los Distritos de Matamoros, Chiautla y Acatlan, pertenecientes al Estado de Puebla, para el estudio de los terrenos carboníferos en ellos existentes.

A este trabajo, en cuya ejecucion me he sujetado á las instrucciones que la Secretaría del digno cargo de vd. se sirvió fijarme, acompañan tres colecciones geológicas de trescientos cincuenta y siete ejemplares.

Aprovechando esta nueva oportunidad, disfruto la satisfaccion de reiterar á vd. las protestas de mi respeto.

México, Junio 28 de 1881.—SANTIAGO RAMIREZ.—Señor Oficial Mayor Encargado del Despacho de la Secretaría de Fomento.—Presente.

Ministerio de Fomento, Colonizacion, Industria y Comercio.—México.—Seccion 2ª—Número 65.—Con el oficio de vd., fecha 28 del próximo pasado, se recibió el Informe relativo á las exploraciones que para el estudio de los terrenos carboníferos ha practicado en los Distritos de Matamoros, Chiautla y Acatlan, pertenecientes al Estado de Puebla.

En vista del interes que presenta dicho Informe, el Presidente se ha servido acordar su publicacion.

Libertad y Constitucion. México, Julio 5 de 1881.—PACHECO.—Al Ingeniero de minas Santiago Ramirez.

INFORME

QUE

EL INGENIERO DE MINAS SANTIAGO RAMIREZ

RINDE Á LA SECRETARÍA DE FOMENTO

COMO RESULTADO

De su exploracion á los Distritos de Matamoros Izúcar, Chiautla y Acatlan

EN EL ESTADO DE PUEBLA

Y DEL ESTUDIO

DE SUS CRIADEROS DE CARBON MINERAL.

Señor Oficial Mayor Encargado del Ministerio de Fomento:

La más interesante tal vez de las cuestiones administrativas que actualmente se agitan en el seno de nuestra sociedad, y cuya solucion, que envuelve el remedio de una de las más apremiantes necesidades de la industria y de la higiene, es, aunque solamente en parte, del resorte de la Secretaría del digno cargo de vd., se halla en via de resolverse satisfactoriamente, merced á la determinacion tomada por dicha Secretaría, en cuya virtud se dispuso la exploracion de algunos de los terrenos de nuestro país, que contienen criaderos carboníferos de fácil y ventajosa explotacion.

La grande escala en que actualmente se extienden las aplicaciones del vapor, cuya fuerza motriz está reemplazando á la fuerza animal hasta en las máquinas ménos poderosas y en las industrias ménos productivas, y el extraordinario desarrollo que de pocos años á esta parte ha recibido el ramo de los ferrocarriles, han dado como consecuencia inmediata la tala inmoderada de los montes, cuyos funestos resultados sostienen la alarma más justificada áun en los espíritus ménos previsores.

La luminosa circular que con fecha 15 de Febrero de 1880, di-

rigió esa Secretaría á los gobernadores de los Estados, no podria encontrar una fácil aplicacion, y la observancia de las restricciones que aconseja vendria á ser casi imposible, sin la determinacion á que me refiero; por cuyo resultado natural, á la vez que se prohibe á la industria el corte inmoderado de leña, se señala á la explotacion el combustible que debe reemplazarla.

Sensible es por demas, que, no diré existiendo, sino abundando en nuestro país esos grandes depósitos de combustible que sepultaron entre sus capas los cataclismos geológicos del período de transicion, en México se hayan pasado inadvertidos, con perjuicio de sus intereses más preciosos, dejando languidecer las industrias que tanto deben influir en su engrandecimiento, únicamente por no poner en disposicion de aprovecharla, esa fuerza que casi por sí sola sostiene á algunos de los países más ricos del mundo, entre los que figura la Inglaterra.

La existencia de criaderos carboníferos, asegurada y demostrada por la autorizada y respetable voz de la Secretaría de Fomento, determinará un sacudimiento general que, desvaneciendo ese perjudicial abandono por tanto tiempo conservado, abrirá nuevos caminos á la industria, nuevos centros á la explotacion, nuevos manantiales al trabajo, nuevas garantías á la paz, nueva aplicacion á los capitales, y, en una palabra, nuevos elementos de vida, de adelanto, de prosperidad y de engrandecimiento á nuestro país.

A este fin se encamina el acuerdo de esa Secretaría que ya he mencionado, por el que se ordenó la ejecucion de ciertos trabajos en los que, por un exceso de bondad en el señor Presidente de la República, me ha cabido la honra de tomar parte, conforme al nombramiento que vd., con fecha 6 de Enero último, se sirvió extenderme, y que yo tuve la satisfaccion de aceptar con fecha 8 del mismo.

Con esta última fecha, la Secretaría del digno cargo de vd. me dió las instrucciones á que debia sujetar mis trabajos y que me permito copiar, tanto por el respeto que me inspiran, cuanto para consignar el fundamento de los diversos puntos de mi Informe, en cada uno de los cuales he procurado dar la resolucion de cada una de las cuestiones propuestas en aquellas.

«Formacion de croquis é itinerario de los caminos recorridos durante la exploracion.

Estudio geológico del terreno en que se encuentren los criaderos descubiertos, amplificado con la descripcion topográfica de la localidad.

Estudio estratigráfico de la region explorada.

Estudio paleontológico de los fósiles recogidos durante la exploracion.

Clasificacion y determinacion de los criaderos descubiertos; condiciones geognósticas de su yacimiento; número de los que se hayan explotado ó estén actualmente en explotacion.

Importancia de los diversos criaderos, su expectativa probable y condiciones de su explotacion.

Elementos con que se cuenta para ésta; medios de adquirir los que faltan; ventajas é inconvenientes que se presentan para su desarrollo.

Número, posicion y espesor de cada una de las capas de carbon de piedra que presenten los criaderos; extension de estos; análisis de las diversas especies de combustibles minerales.

Medios de trasporte á los principales lugares de consumo, ó á los puntos que pudieran servir de depósito para la exportacion del combustible. Precios que sacaria la tonelada en unos y otros, y circunstancias que pudieran hacer ventajosa la explotacion de los criaderos.

Formacion de colecciones de las rocas, fósiles y combustibles minerales que se encuentren en los lugares explorados.

Además de estos puntos generales, el Ingeniero extenderá sus estudios á todos aquellos que estime convenientes para el mejor desempeño de su comision, cuyo objeto esencial es proponer todas las medidas de aplicacion práctica y de más fácil realizacion, que tiendan á favorecer la explotacion de los criaderos carboníferos, impulsando y desarrollando este ramo de la industria minera en los momentos en que las empresas ferrocarrileras comienzan un período de actividad, y en el que el combustible vegetal escasea y encarece, á consecuencia de la destruccion y del alejamiento de los arbolados que pueden suministrarlo.»

Sujetando á tales instrucciones mis trabajos, paso á rendir á

vd. el Informe que contiene el resultado de ellos, suplicándole disculpe las repeticiones en que incurriré, consignando algunos detalles que son ya de vd. conocidos, por habérselos comunicado en los oficios respectivos.

I

Formacion de croquis é itinerario de los caminos recorridos durante la exploracion.

De dos especies son los datos que debo presentar para satisfacer esta cuestion: el croquis consta en la lámina adjunta; y en cuanto al itinerario, lo expresaré al ocuparme de las cuestiones VII y IX en que tiene especial cabida.

Advertiré, sin embargo, que el trasporte de México á Puebla, entre cuyos puntos hay una distancia de 186.25 kilómetros, lo hice por ferrocarril pasando por las haciendas de Tepexpam, Ometusco, Soltepec, Guadalupe y Panzacola, y los pueblos de San Juan Teotihuacan, Otumba, Apam y Apizaco; el de Puebla á Matamoros, que comprende una distancia de 85 kilómetros, en el carruaje establecido por la Empresa de Diligencias Generales, pasando por Cholula, Atlixco y Tepeojuma, y las haciendas de San José Sobreira, la Sabana y Tetetla. De Matamoros á los diversos puntos comprendidos en mis exploraciones, que detallaré en su lugar, el camino lo he hecho á caballo.

Aquí debo consignar la circunstancia de que, sin embargo de que mi exploracion debe comprender otros distritos, me he limitado por ahora á los de Matamoros, Chiautla y Acatlan, aplazando el reconocimiento de los restantes para despues de rendido este Informe, á fin de evitar la confusion que naturalmente resulta de la acumulacion de datos, y la vista continuada de muchos objetos, de los que deben forzosamente perderse algunos detalles, cuando se retarda su coordinacion y desarrollo.

Supuesta la citada division de trabajo, para la que se sirvió vd. otorgarme su autorizacion, paso á ocuparme de las cuestiones propuestas en sus relaciones con los tres distritos mencionados.

II

Estudio geológico del terreno en que se encuentran los criaderos descubiertos, amplificado con la descripcion topográfica de la localidad.

Repitiendo lo que de oficio he comunicado á vd., de que los criaderos descubiertos, que presentan expectativa y son de importancia, se encuentran en los distritos de Matamoros y Acatlan, perteneciendo al primero los de San Juan Epatlan, Tejaluca y Ahuatlan; y al segundo los de Tecomatlan, Olomatlan, Chiltepin, Peña de Ayuquila y Texcalapa, á ellos referiré mis descripciones, para las que servirá de aclaracion la coleccion geológica que acompaño conforme á la décima de las instrucciones copiadas.

Pero ántes de entrar en la descripcion particular de cada uno de los criaderos estudiados, juzgo conveniente dar á conocer los caracteres generales de los lugares de su yacimiento; tanto porque dichos caracteres son comunes á todos, y examinarlos por separado obligaria á incurrir en repeticiones inútiles, cuanto porque ellos me sirvieron de base para detenerme en mis excursiones, fijar mi observacion, localizar mi estudio y emprender las excavaciones, no diré necesarias, sino de todo punto indispensables para llegar á un resultado, formar un juicio y obtener una deduccion.

Por otra parte, la circunstancia de ser la exploracion de cuyos detalles y resultados estoy dando cuenta, la primera que en este sentido se efectúa bajo un plan fundado en los principios, en las reglas y en las deducciones de la ciencia, y la de no encontrarme en el caso tan frecuente en la práctica profesional, en que el ingeniero tiene que dirigirse á especuladores que sólo se fijan en el aspecto industrial de los negocios, desdeñando todo lo que se desvia del inflexible cartabon del tanto por ciento, y áun ridiculizando aquello que presenta un carácter científico, me ponen en aptitud de explicar con toda extension, la marcha, el fundamento y los resultados de mis operaciones, resolviendo en la segunda de

las cuestiones que me fueron propuestas, la que tiene un carácter puramente científico; reservando las consideraciones industriales, que tienen tambien un gran valor, para cuando llegue á las cuestiones de esta especie, que tambien figuran, y de una manera preferente, en el cuadro de mis instrucciones.

Hecha esta ligera salvedad, que juzgo necesaria para prevenir el ánimo de muchos de los lectores á cuyas manos lleguen estas líneas, entro en materia.

Dos son los casos que en general pueden presentarse al ingeniero, que como yo en el caso presente, se ocupa de buscar los criaderos carboníferos: primero, buscar dichos criaderos en un terreno en que se sabe que existen en diferentes puntos de él; y segundo, buscarlos en terrenos en que su existencia se ignora.

Los trabajos en el primer caso, están notablemente simplificados, y son más seguros: pues tanto el estudio particular geognóstico de los criaderos descubiertos, cuanto el geológico de los terrenos en que arman, ministran por sus analogías y sus desemejanzas, datos precisos, auxilios poderosos y guías seguras para las investigaciones que se tienen en expectativa.

En el segundo caso, los trabajos son más laboriosos por su naturaleza y más dudosos en sus resultados; pues faltando los datos, los auxilios y la guía que ministra la comparacion, no quedan más que los caracteres del terreno carbonífero, de cuyos caracteres, los geológicos son, si no los únicos, sí los más aprovechables; pues los mineralógicos generalmente están en el lugar mismo del combustible, y los paleontológicos, además de tener esta propiedad casi siempre, son más raros y ménos fáciles de obtener.

Así pues, la posibilidad de colocarse en el primer caso, ó de referir el segundo al primero, debe sin vacilacion aprovecharse, siendo éste el más ventajoso de los trabajos preliminares.

Tal consideracion me sirvió de fundamento para dar principio á mis trabajos por el Distrito de Matamoros, segun tuve la honra de comunicarlo á vd. en mi oficio fechado en su Cabecera el 3 de Febrero, del que vd. se dignó acusarme recibo con fecha 8 del mismo.

En efecto, allí encontré utilísimas indicaciones, que reservo para el estudio particular de la localidad, aprovechándolas ahora

para las consideraciones generales que deben preceder á aquellas.

Se sabe que la formacion carbonífera ó la formacion de la ulla, limita, en su parte superior, los terrenos de transicion, que constan de tres formaciones: 1ª, la formacion de transicion inferior, llamada tambien *cambriana;* 2ª, la formacion de transicion média ó *siluriana*, y 3ª, la formacion de transicion superior, *devoniana* ó *antracífera*. Para el estudio del punto que tengo á la vista, creo necesario descender á algunos detalles que pongan en relieve los caracteres distintivos de estas formaciones; pues las alteraciones que los terrenos á que el presente estudio se refiere, sufrieron en los fenómenos de levantamiento que dieron lugar á las montañas que en parte los cubren y en parte los rodean, determinan ciertos trastornos que no deben pasar inadvertidos, y para cuyo conocimiento sirve de mucho esta reseña retrospectiva.

Sea cual fuere la naturaleza de los estudios que se tienen que hacer en una localidad cualquiera, el primer paso que debe darse es el de fijar la naturaleza del terreno, determinando si pertenece á la division de los terrenos de transicion, á la de los secundarios ó á la de los terciarios. Y si esta determinacion es necesaria para proceder con acierto en cualquiera clase de trabajos mineros, la necesidad sube de punto en las investigaciones relativas á los criaderos de carbon, en los que los primeros estudios hechos en el siglo pasado, cuyos resultados no conocemos todavía, fueron esencial, y aun pudiera decirse, exclusivamente litológicos, pues en ellos se precisaban los caracteres de los combustibles y los de las rocas que los acompañaban, y que se creia hacian el papel de matriz. La extension que los mineralogistas de entónces dieron á este método de estudio, dió lugar á una confusion, nociva en sus relaciones científicas y muy perjudicial en sus aplicaciones industriales; pues describiendo sin órden, sin método ni discernimiento las rocas acompañantes de los combustibles, daban el mismo valor á las rocas realmente carboníferas y á las de los terrenos sobrepuestos ó subyacentes, impidiendo así llegar á deducciones de verdadera utilidad.

Siendo, pues, muy posible, en vista de esto, encontrar rocas de las que pudieran llamarse accidentales, y deducir de ellas la posibilidad de encontrar criaderos carboníferos que señalar como

ventajosos á la explotacion, no puede quedar duda de la necesidad de hacer previamente la determinacion indicada.

Los terrenos de transicion propiamente dichos, están formados por los depósitos que recubren las rocas graníticas, formando una envoltura casi continua en la superficie del globo, y estableciendo el paso entre las rocas de orígen ígneo y las rocas de orígen sedimentario.

Dichos terrenos están caracterizados por rocas arenáceas, pizarreñas y semicristalinas, que están subordinadas á los granitos. Entre estas rocas se encuentran, formando capas susceptibles de alternar entre sí repetidas veces, las calizas y areniscas cuarzosas; las vácias y los cuarcites; las pizarras arcillosas y las mica-pizarras, y los *gneiss* y granitos antiguos.

Estas rocas, en los terrenos que se encuentran en condiciones normales de estratificacion, no están desparramadas al acaso, pues caracterizan las diversas formaciones.

La formacion de transicion inferior está caracterizada por rocas que, por su composicion mineralógica, están íntimamente relacionadas con los granitos, y por su estructura tienen mucha analogía con las pizarras.

Estas rocas son los *gneiss*, las mica-pizarras y estea-pizarras, y las pizarras arcillosas.

El *gneiss*, que puede considerarse como la base de los terrenos estratificados, de estructura pizarreña, lo he visto dominando, ó por lo ménos con mucha abundancia, en todos los terrenos carboníferos, y aun pudiera decir, en la mayor parte de la zona explorada.

En la coleccion que acompaño se pueden ver los ejemplares del *gneiss*, que sin embargo de pertenecer á localidades diferentes, presentan gran semejanza en sus caracteres.

El ejemplar marcado con el número 20, recogido de la barranca de El Rodeo, cosa de 6 kilómetros al S. E. de Tejaluca, perteneciente al Distrito de Matamoros Izúcar, se asemeja á los ejemplares marcados con los números 28, 37, 37 bis y 49, pertenecientes al Distrito de Acatlan y á diferentes localidades: pues el primero está al S. E. de esta cabecera, en el camino para Petlalcingo; el segundo en el cerro del Tecomate, 5 kilómetros al S. O. del mismo punto; el tercero cerca de la barranca de la Llave, 20 ki-

lómetros al S. E., y el último en la cañada del Coco Pintado cerca de Texcalapa.

Los elementos constituyentes de estos diversos *gneiss* son los mismos que en el granito, dominando el cuarzo y recubriendo la mica la superficie y los relices que se observan en la textura trasversal: la textura principal está en barras, lo que da al conjunto un aspecto particular, que le imprime cierta semejanza con los troncos de madera trasmutados en gilolitas.

Entre los ejemplares de *gneiss* recogidos en mis exploraciones y que figuran en la coleccion, es digno de mencionarse el que está marcado en ella con el núm. 10, perteneciente al cerro de La Pastoría, cerca de Tejaluca. Este ejemplar, que está teñido por el óxido de fierro, presenta en su composicion, además de los componentes esenciales, granos pequeños y muy pequeños, de hornblenda.

La mica-pizarra es tal vez más abundante y ocupa superficies más extensas que el *gneiss*.

La diversa proporcion en que el cuarzo y la mica concurren para formar esta roca, se hace sensible en los numerosos ejemplares observados y en algunos de los recogidos.

En los ejemplares marcados en la coleccion con los números 4 y 4 bis, que proceden de la vertiente oriental del cerro de Tepoxtepecatlahuc, la mica domina al cuarzo; en los ejemplares número 5 recogidos en el cerro de Texcalco, al N. de Tejaluca, y en los 5 bis del cerro de La Pastoría, los dos elementos están en partes iguales; en los números 2 y 2 bis la mezcla es tan íntima y perfecta, que forma un todo homogéneo, y en el número 26 recogido en el rio de Ahuatlan, la mica está en pegaduras sobre el cuarzo, siendo éste el elemento dominante.

Advertiré de paso que esta roca se encuentra en capas en que es muy clara la estratificacion.

En cuanto á la estea-pizarra ó pizarra talcosa, se encuentra en abundancia en Tejaluca conforme al tipo núm. 6, en cuyo ejemplar, á la mezcla íntima de cuarzo y talco que caracteriza esta roca, se asocia la clorita tiñéndola de verde.

La pizarra arcillosa constituye la base de la formacion, y en muchas partes se encuentra alternando con la mica-pizarra y la pizarra talcosa.

En Matamoros, en el criadero de carbon de San Francisco número 7; en Tecomatlan, en el cerro de Morelos, núm. 5; en Chiautla, cerca de Teotlalco, núm. 39, y en casi toda la extension recorrida se encuentra la pizarra arcillosa.

La arcilla, que es el elemento esencial en la composicion de esta roca, que como se sabe, no es otra cosa que la arcilla impura, se encuentra en su estado de mayor pureza formando meros criaderos de kaolin, que constituyen vetas claras y bien determinadas, como la que pude reconocer al N.E. de Tejaluca, de cuya poblacion dista 8 kilómetros, y en la que esta sustancia se presenta con los caracteres que se pueden observar en los ejemplares marcados en la coleccion con los números del 41 al 43.

En grandes tramos la pizarra está penetrada por el cuarzo, cuyos tipos pueden verse en los ejemplares marcados con el número 24, constituyendo la variedad llamada piedra lidia.

Por el simple exámen de las rocas mencionadas, por los datos que en su estudio presentan, y por el valor geológico que á todos y á cada uno corresponde, se ve que no puede ponerse en duda el carácter de transicion del terreno, determinado por las rocas de la formacion inferior.

Las rocas que esta formacion caracterizan, no son las únicas ni las principales del terreno en que se hallan y de donde se han recogido; y los términos empleados para indicar su existencia, su extension ó su abundancia, no son sino relativos, y desligando, al usarlos, las rocas comprendidas en ellos, de las pertenecientes á una formacion extraña.

Estas rocas se hallan, por decirlo así, subordinadas á las de la formacion média, cuya estratificacion está bien determinada; y aunque en algunos puntos, su posicion relativa no es la que corresponde á su órden cronológico, esto depende de la misma causa general á que se debe su aparicion: á las alteraciones producidas en los fenómenos del levantamiento.

La presencia del cuarzo compacto ó *cuarcite* más ó ménos semejante á los ejemplares núms. 53, 29, 76, y otros muchos que no creí necesario recoger ni coleccionar; de los conglomerados de los núms. 6, 8, 8 bis, 14, 17, etc., que se pueden referir á la vácia gris, y de las calizas núms. 50, 51, 52, 69, etc., de cuyas

rocas haré mencion á su vez, permite descubrir la existencia de la formacion média.

La abundancia, extension y constancia relativas de las rocas de agregacion ya mencionadas, hacen que se las considere como formando el horizonte geológico al que referir todas las demas capas, para fijar su posicion relativa.

Por ahora, me limitaré á hacer notar que entre estas numerosas rocas de agregacion, hay algunas de granos gruesos y medianos, entre los que con toda claridad se descubren los elementos de las rocas graníticas y pizarreñas de que proceden, y á cuyas expensas se han formado; de los que unos son romos y otros angulosos formando brechas; otras de granos muy finos, reunidos por una masa arcillosa; y otras cuyos fragmentos componentes son tan voluminosos, que no fué posible recoger un ejemplar. En mi concepto, estas rocas establecen la línea divisoria entre las dos formaciones.

Por último, la antigua arenisca roja, en que la arenisca cuya representacion figura entre los ejemplares marcados con los números 4, 20, 33, 44 y 45, alterna con los conglomerados que lo están con los núms. 3, 17, 27, etc., en que predomina el cuarzo, en que la pasta está formada por el fierro como en los ejemplares núm. 48, y la caliza carbonífera, cuyos ejemplares llevan los núms. 48, segunda coleccion, hacen sensible la formacion superior.

No queda, pues, duda de la naturaleza del terreno estudiado; y con toda seguridad, y sin ninguna vacilacion, puede y debe adoptarse una determinacion que se funda en hechos tan claros y datos tan precisos.

Además de las rocas que en este trabajo preliminar he mencionado, se encuentran los granitos, de los que se pueden ver ejemplares en los núms. 18, 30 y 76, y los pórfidos cuyos ejemplares llevan los núms. 57, 58 y 59, cuyas rocas se han abierto paso, juntamente con la aparicion de las montañas: pues por su posicion relativa, son inferiores á las rocas de transicion, de la formacion inferior.

Siguiendo en el exámen de las formaciones de este período, llegamos á la formacion de la ulla, que termina el período de transicion.

Al tocar este punto, que es el esencial en nuestro caso, debo recordar que la mencionada formacion se presenta, en general, en dos condiciones diferentes de yacimiento.

Unas veces viene inmediatamente despues de la caliza carbonífera, sobre cuya roca descansa en estratificacion concordante, sin que esta sucesion natural se haya interrumpido por accion extraña alguna; pero otras está bajo la forma de depósitos desparramados irregularmente, y en contacto inmediato con las rocas graníticas, pizarreñas ó arenáceas, de las que se distingue con facilidad, y con las que no tiene ó no parece tener relacion alguna geognóstica.

En la zona recorrida he tenido ocasion de ver estas dos clases de yacimientos; perteneciendo al primero, el que se encuentra en Acatlan, y al segundo el que caracteriza los criaderos estudiados en Matamoros.

Fijados ya los caracteres generales que han permitido clasificar el terreno en que he localizado mis exploraciones, y segun los que no queda duda de que es un terreno esencialmente carbonífero, desviaré mis apreciaciones del conjunto para ocuparme de los detalles, que procuraré dar á conocer con la mayor claridad posible.

El primer punto en que pude reconocer y estudiar los criaderos carboníferos ya mencionados, aunque ligeramente, en las consideraciones anteriores, es el pueblo llamado Tejaluca, que como se ve en el croquis adjunto, está situado 23.80 kilómetros al N.E. de Matamoros, sobre cuya cabecera tiene una altura de 106.50 metros; pues su altura absoluta es de 1,451.50 metros, siendo la de Matamoros 1,345.

El camino para Tejaluca, accesible en toda su longitud, y carretero en su mayor parte, toca las poblaciones de Santa Ana Necoxtla, notable por sus extensas huertas, en que se produce la mejor papaya; San Juan Epatlan, célebre por la sangrienta batalla que tuvo lugar á sus alrededores; San Martin, en cuyos terrenos tuve ocasion de ver el creston de una veta argentífera no explorada; y San Felipe, que no presenta particularidad alguna digna de mencionarse.

Desde la salida de Matamoros se empieza á observar la caliza,

que se presenta con sus caracteres propios cerca de San Juan Epatlan, donde recogí de la cañada de El Amate, entre los cerros de Techimalco y Puxahuatl, los ejemplares que están marcados con los núms. 1 y 1 bis.

El color de esta caliza es el gris, que afecta las variedades de humo, azulado, rojizo y amarillento, estando en parte atravesada por hilos de espato calizo, y en parte recubierta por pegaduras de la misma variedad.

Su textura es concoidea, su dureza de 4.25 y su raspadura blanca: la extension superficial que ocupa es muy considerable, pues no solo se encuentra en el valle y las cañadas, sino formando la masa de los cerros que los limitan.

Al llegar á Tejaluca se comienzan á ver las rocas de la formacion inferior, representadas por la mica-pizarra, la estea-pizarra y la pizarra arcillosa.

La primera, representada en los ejemplares marcados con los núms. 2 y 2 bis, tiene sus elementos de composicion tan íntimamente mezclados, que sólo por su untuosidad y su lustre puede reconocerse la mica; y el cuarzo únicamente en determinados puntos está descubierto, localizándose á veces en pegaduras independientes y aisladas, más ó ménos gruesas, como en el ejemplar 2 bis.

Estos ejemplares presentan un todo homogéneo, hojoso en su seccion trasversal, clara y distintamente estratificado, pues forma lajas más ó ménos gruesas, y presenta cruceros espejados en el sentido de la estratificacion.

La misma roca se presenta bajo otro aspecto, por la menor intimidad con que están mezclados los elementos componentes: pues se descubren con toda claridad los elementos cuarzosos y las placas de mica sobrepuestas y onduladas con sus caracteres propios de color, dureza, lustre, etc.

Tal modo de asociacion puede verse en el ejemplar marcado con el núm. 3, arrancado del suelo mismo de la poblacion; en los ejemplares núms. 4 y 4 bis recogidos en la vertiente oriental del cerro de Tepoxtepecatlahuc; entre los que no hay más diferencia que el estado de agregacion y desarrollo de las placas; en los ejemplares núm. 5 procedentes del cerro de Texcalco al N. de Te-

jaluca; y en los marcados con el núm 5 bis, procedentes del cerro de La Pastoría al N.O. de Tejaluca, en los que el color es más claro, las placas están más adheridas, descubriéndose, sin embargo, la textura hojosa perfecta, característica de esta variedad.

La pizarra talcosa, alternando en posicion concordante con la mica-pizarra, abunda en el piso mismo de Tejaluca, donde se presenta con su color verde manzana, su lustre de cera, su superficie igual, su textura principal concoidea imperfecta, siendo la trasversal pizarreña, su raspadura blanca verdosa, su notable untuosidad y demas caracteres que presenta el ejemplar núm. 6.

En cuanto á la pizarra arcillosa, que es la más abundante de las rocas que caracterizan esta formacion, está por lo general sobrepuesta á la mica-pizarra; aunque en algunos puntos, alterados por el levantamiento, el órden de la colocacion relativa suele estar más ó ménos invertido; pudiendo, no obstante, en la mayor parte de los casos, sin tomar en consideracion la edad relativa de las rocas, y únicamente por sus caracteres estratigráficos, reconocerse su verdadera y normal colocacion.

Como tipos de esta roca se pueden presentar los ejemplares que están en la coleccion marcados con el núm. 7, y pertenecen al cerro de Papalo, donde están alternando con el conglomerado cuarzoso, que tendré ocasion de citar al describir los criaderos.

Las demas rocas que se encuentran en la municipalidad de que me estoy ocupando, las reservaré para mencionarlas en el órden en que las vayan haciendo aparecer las descripciones sucesivas.

Desde luego, ya que la poblacion de Tejaluca es una de las más inmediatas á los criaderos carboníferos, creo conveniente dar una idea de sus condiciones topográficas y orográficas.

Situada esta poblacion en un centro montañoso, al que se llega por las planicies que forman en sus faldas los cerros inmediatos, que en unos puntos dan lugar á cañadas más ó ménos largas, y en otros á vallecillos más ó ménos extensos, ocupa una loma de poca elevacion, cuya meseta, ligeramente plana, está limitada por sus declives naturales que forman las calles de la poblacion.

Al N.O. se extienden los cerros de Tepoxtepetl, La Pastoría, Xenecuiltepetl y Coatepec; al O. el cerro de Tepetlatlahuac; al S.O. los de Tepetzoticpan y Loma Salada; al S.E. los de Cu-

chuantla y Texcalco; y al N.E. el de Tepeyahuatl, que se extiende hácia el N. y al N O.

En estos cerros se encuentran algunos de los criaderos estudiados, de cuya descripcion geológica y topográfica paso á ocuparme en lo particular.

Desde la salida de Tejaluca, sigiendo la direccion del N.E., se observa la mica-pizarra de que ya se ha hecho mencion, y cuya roca no cesa de verse, con ligeras y secundarias variaciones en el color, debidas á la variedad de la mica, que en placas más ó ménos visibles y en escamas más ó ménos pequeñas recubre su superficie. Al llegar á la cañada de Tehuitzo, que corre costeando el cerro de La Pastoría, se presenta en masas extensas y robustas, el conglomerado que lleva el número 8, cuya roca está sobrepuesta á la pizarra, y forma la masa general del cerro, en cuya cima tiene el aspecto del ejemplar núm. 8 bis, que no presenta con el anterior otras diferencias que en la magnitud de los granos.

En la vertiente N. del cerro de La Pastoría, á la distancia de 1,500 metros al N.O. de Tejaluca, se descubre un manto de carbon, en estratificacion concordante con las capas de la pizarra. Su direccion es de S.O.—60°—N.E.; su inclinacion de 60 al N.O.; su espesor, de 0,40 metros en la parte visible.

Estos datos son los ministrados por la observacion en la parte descubierta por las excavaciones; pero estas condiciones de yacimiento pueden considerarse como anormales: 1º porque están en contacto inmediato con el conglomerado del núm, 8; y 2º porque ocupando un punto en que son muy sensibles las alteraciones del levantamiento que dió lugar al cerro, el manto participa naturalmente de esta alteracion, y está, por consecuencia, accidentado. En comprobacion de esta verdad, se puede citar la misma capa descubierta por una excavacion hecha de plan en la base del cerro, donde tiene una posicion horizontal.

Examinando la composicion litológica del cerro, por ser el lugar del yacimiento del criadero, se ve dominando, segun se hizo ya observar, el conglomerado que casi en su totalidad forma la masa: en las grietas y accidentes en que esta roca está como dislocada, se distingue la mica-pizarra, de donde fueron extraidos los ejemplares marcados con los núms. 5 y 5 bis; y atravesando

ésta, y formando caballetes, está la pizarra arcillosa, cuya muestra se ve en el ejemplar núm 9.

Tambien se deja ver el *gneiss*, en contacto con la mica-pizarra, como en el ejemplar núm. 10, que está teñido por el óxido de fierro, y cubierto con hojas de mica.

Son notables en esta formacion las crestas de caliza que coronan las rocas mencionadas, de cuya roca se ve el tipo en el ejemplar núm. 11, y parece servir de armadura al fierro amarillo ocráceo en barras, que está incrustado en ellas, y presenta los caracteres del núm. 12.

En esta caliza suelen encontrarse incrustaciones de cuarzo, en lo general teñido, como en el ejemplar núm. 13, y el fierro que, segun lo dicho, arma sobre ella, se extiende hasta el conglomerado, tiñéndolo más ó ménos, y dejando en su masa impresiones ferruginosas, como en el núm. 14.

En medio de esta formacion existe el manto ya mencionado, que se deja ver en diferentes puntos y á diversas alturas, estando más visible en el lugar en que las excavaciones lo descubrieron. De ellos extraje la roca marcada con el núm. 15, que es una arcilla producida por la descomposicion de la pizarra, impregnada de carbon.

En este punto se trata de emprender una explotacion, para lo cual se ha hecho el denuncio correspondiente, en el que se designa la mina con el nombre de «El Corazon de María.»

Los caracteres mineralógicos, clasificacion y estudio químico, condiciones geognósticas y demas detalles de este carbon, los reservo para tratarlos en el lugar que les corresponde, en el cuadro de instrucciones á que debo sujetar mis trabajos.

En la vertiente N.E. del cerro de Tepoxtepetl, cuya roca dominante es la pizarra arcillosa de transicion, de textura hojosa, semejante á la que ya se ha tenido ocasion de mencionar, se descubre con más claridad que en los demas puntos examinados, la arenisca marcada con el núm. 16, que se extiende á grandes distancias, en las que cambia notablemente de espesor.

Los granos de esta roca, en lo general muy pequeños, son arredondados ó cristalinos; y aunque entre ellos hay fragmentos pizarreños, domina el elemento cuarzoso.

Esta arenisca, que se puede referir á la *arenisca roja antigua*, es una mera *psammita;* y aquí, como en la generalidad de los casos, forma la base del sistema de rocas de la formacion devoniana.

Sobre esta roca está, como en su natural asiènto, el conglomerado del núm. 17, cuya pasta es silico-ferruginosa, y cuyos elementos componentes consisten en fragmentos angulosos de cuarzo, medianos, pequeños y muy pequeños. En diversos puntos de la pasta, se ven las impresiones piramidales de los fragmentos cristalinos de cuarzo.

Alternando con la arenisca mencionada, y en el órden de su posicion estratigráfica, subordinada á ella, está la pizarra arcillosa, alternando con cuarzo, que sirve de asiento á un manto de carbon, registrado en el denuncio que de él se ha hecho, con el nombre de «San Francisco.»

Segun se ve en el ejemplar núm. 18, esta roca, que alterna con hilos de cuarzo, está impregnada de carboǹ, y áun contiene dicho combustible en pequeñas pegaduras.

Como en el caso anterior, aplazaré el estudio mineralógico de este carbon para el capítulo correspondiente.

El punto de donde fueron recogidos los ejemplares estudiados, está situado 30° al N.O. del anterior, del que dista 2,500 metros.

Costeando para examinarla, la vertiente oriental del cerro de Tepoxtepetl, y dirigiéndose hácia el Sur, se encuentra el cerro limitado por la barranca de Tepoxtepecatlahuc, donde abunda la mica-pizarra del núm. 4 y la pizarra arcillosa del núm. 7.

Casi al fin de la barranca, el cerro se eleva hácia el Oeste con una pendiente en lo general muy suave, alcanzando una altura de 80 metros; hácia el Este, despues de una planicie poco extensa, se eleva hasta una altura de 60 metros, el cerro del Cuahutecomate, en cuya cima se vuelve á ver el mismo conglomerado, sobrepuesto á la misma *psammita* que descansa á su vez en la misma pizarra.

Más al Sur, á los 65° S.O. del centro llamado «El Corazon de María,» y á la distancia de 1,500 metros, se vuelve á descubrir el manto de carbon, que reposa en estratificacion concordante con la pizarra del núm. 19.

En este lugar se trata de emprender trabajos de explotacion por la misma Compañía que ha denunciado el criadero, designándolo con el nombre de «Guadalupe.»

Siguiendo las indicaciones litológicas, estratigráficas y mineralógicas del terreno, y con ellas la direccion del S.E., se llega á la barranca de Axuchitlan, llamada así por los numerosos árboles de axuchitl que contiene y que de uno y otro lado está limitada por cerros; el de Ixtatitlan que se extiende al N.E., y el de Xixipitzco al S.O. Ambos cerros están formados por las mismas rocas que he mencionado, entre las que domina la pizarra, teñidas en lo general por el óxido de fierro.

Hácia el S.O. quiebra la barranca de la Presa, elevándose al O. el cerro de Pipetlatlahuic y al E. el de Huciluma.

En toda esta region la estratificacion es constante y sigue la direccion de 60° á 70° al N.E.

Poco ántes de llegar al rancho de El Rodeo, que está en el camino para Ahuatlan, se descubre el *gneiss* con los caracteres que presenta el ejemplar marcado con el núm. 20, dejándose ver al través de la mica-pizarra, que es más extensa y contiene hilos aislados de cuarzo, segun se ve en los ejemplares del núm. 21.

La estructura de esta roca se ve con más claridad en el ejemplar rodado recogido del fondo de la barranca, marcado con el núm. 22, en el que se distinguen, en el órden de su colocacion, las capas de mica y de cuarzo.

En diversos puntos de esta roca, el cuarzo se presenta no sólo como se nota en los ejemplares del núm. 21, sino completamente aislado, formando verdaderos crestones, que sin seguir un rumbo fijo, ocupan longitudes considerables. Este cuarzo, en lo general compacto y graso, está unas veces impregnado de mica como en los ejemplares números 23 y 23 bis; otras enteramente limpio como en el núm. 24, y otras compacto, mate, de textura concoidea, constituyendo un mero cuarcite como en el núm. 25.

El mismo aspecto, con insignificantes variaciones en los caracteres secundarios, presentan las rocas que forman el terreno hasta la entrada á Ahuatlan, donde domina la mica-pizarra cuyos tipos se ven en los ejemplares núm. 26.

Sobrepuesto á esta roca está el conglomerado del núm. 27, el

que en la parte inferior alterna con la roca del núm. 28, que es un verdadero *puding*.

Avanzando hácia el S. E. no cesan de descubrirse las rocas hasta el declive del terreno, en el que se deja ver la pizarra arcillosa, que por su estructura presenta tres tipos diferentes: el que se ve en el ejemplar núm. 29, compacta y de textura igual, que, aunque en su conjunto, tiene el aspecto pizarreño, pero en los ejemplares aislados no se descubre ni la indicacion de los relices; el del ejemplar núm. 30, cuya textura es pizarreña, y el del núm. 31, de superficie fibrosa y ligeramente ondulada.

Esta roca, con las variedades definidas y los acompañantes mencionados, se extiende hasta la salida de Ahuatlan por el rumbo S. E.

Siguiendo esta direccion general se encuentra la cañada de Limontla, que se extiende del N. E. al S. O., y en este sentido está el cerro llamado Tenancuitlapil, en que la roca de la base es el granito del ejemplar núm. 32.

A pesar de su extrema compacidad, se extiende en forma de lajas que siguen la direccion general S. E.–45°–N. O, y la inclinacion média de 40° al N. E.

Sobre esta roca granítica y en posicion concordante con ella, está la arenisca de los números 33, que sirve de asiento á un manto carbonífero.

En algunas partes, como en los ejemplares citados, esta roca está simplemente impregnada por el carbon; en otras, como en los ejemplares marcados con los números 34, el carbon está en pegaduras gruesas, y en otras el mismo carbon está en masas, como en los ejemplares núm. 35.

Con mayor desviacion hácia el S. O. y á 2,500 metros de Ahuatlan, está la cañada de los Limones, donde se vuelve á ver el granito recubierto con pegaduras de carbon, como en el ejemplar número 36; y abajo de esta roca está la mica-pizarra impregnada de carbon, como se ve en los ejemplares del núm. 37.

En una extension considerable de los puntos mencionados, el terreno presenta el mismo carácter; y debiendo ser la descripcion de sus rocas una repeticion de lo dicho, es inútil presentarla.

Llevando las exploraciones por el rumbo N. E. de Tejaluca, se

llega á la barranca de los Guayabos, que comienza á los 1,500 metros de distancia, en la que reaparece la pizarra arcillosa compacta del núm. 29 con muy pequeñas variaciones, tales como la superficie áspera y la figura pseudoprismática de los fragmentos. Estos caracteres y los demas que distinguen la roca, se pueden ver en el ejemplar núm. 38.

A uno y otro lado de la barranca se eleva el cerro, cuya masa está casi en su totalidad formada por la roca que en la coleccion lleva el núm. 39. Dicha roca es un conglomerado, en cuya pasta feldespática y porosa están reunidos fragmentos irregulares de cuarzo compacto lechoso, otros del mismo cuarzo de lustre mate, otros del cuarcite ya descrito, y algunos de pizarra endurecida.

Todos estos fragmentos son arredondados, y en algunos puntos de la pasta se notan las impresiones de figura ovoide que han dejado algunos granos de cuarzo desprendidos.

Ascendiendo hácia el mismo rumbo, la roca es el mismo conglomerado, y á la distancia de 8 kilómetros presenta ciertos caracteres, que le imprimen un aspecto más moderno.

La pasta feldespática es ménos compacta, ménos dura, y está impregnada de arcilla, es decir, que el feldespato ha sufrido un principio de descomposicion; los fragmentos cuarzosos están ménos alterados, pues en algunos áun se distinguen los elementos cristalinos, si bien las aristas y las esquinas están notablemente obliteradas por el choque y el rozamiento; los fragmentos extraños son más abundantes y voluminosos, y por su poca adherencia dan á la roca un aspecto desmoronadizo.

Todos estos caracteres están visibles en el ejemplar núm. 40, que pertenece al cerro de San Andrés.

En esta roca se encuentra un criadero de kaolin, cuya sustancia está en hilos de algunos centímetros de espesor, que son casi paralelos y tienen la direccion média de N. O.-10°-S. E., y la inclinacion de 20° al S. O. La reunion de este hilo con la roca se ve en los ejemplares números 41 y 41 bis, y en estos últimos el kaolin está manchado con dendritas de manganeso.

El ejemplar núm. 42 da una idea de la naturaleza, y deja ver los caracteres de esta sustancia; y el 42 bis, del mismo con dendritas del mismo óxido.

No creo necesario detenerme en la descripcion mineralógica de este kaolin; y sólo haré notar que, segun los ensayos hechos con él en la fábrica de loza del Sr. Camacho, es poco á propósito para la fabricacion de la porcelana, por la poca plasticidad que tiene y por ser muy refractario.

No terminaré la relacion de mis exploraciones en la region á que los datos anteriores se refieren, sin mencionar un criadero de fierro de no poca importancia que en ella se encuentra.

En la falda N. del cerro de Tepoxtepetl, y en la misma barranca en que está el criadero de carbon de San Francisco, el conglomerado de que ya se hizo mencion descansa sobre el cuarcite del ejemplar marcado con el núm. 44, en el que se encuentra, como en su natural matriz, el fierro á que acabo de hacer referencia, cuyo metal está asociado á la roca, tal como se ve en el ejemplar núm. 44 bis. Este fierro se encuentra en diferentes clases.

La más abundante y que se puede considerar como la normal, es la que presentan los ejemplares marcados con el número 45, que es la variedad del fierro rojo, que el Sr. del Rio llama compacto, que es tambien el fierro oligista compacto, caracterizado por su color, que está entre gris de acero oscuro y rojo de sangre; por su lustre, más que por su intensidad, es fuertemente centellante y por su calidad es semi-metálico; por su poca dureza; por su raspadura de un color rojo de sangre claro; por su textura igual ligeramente concoidea; por sus fragmentos agudos; por sus impresiones piramideles y cúbicas, y por los demas caracteres determinativos.

Entre los ejemplares que presento, hay uno cuya masa se ve atravesada por hilos de cuarzo hialino.

Este mineral está en hilos cuyo espesor varía entre 5 y 12 centímetros, que tienen la direccion de N. E.-65°-S. O. ligeramente inclinados al N. O.

Al desprender este mineral de su criadero, se separa en fragmentos medianos y pequeños, como los que se ven en la coleccion.

La segunda clase, que está independiente de la primera, es la del fierro espático, del que se ve un ejemplar en el número 46, y la tercera, del fierro micáceo del núm. 47, cuya variedad está asociada á la anterior.

Entre la masa del cerro aparecen crestas salientes del cuarzo de los ejemplares del núm. 18, y en partes alternan sus rocas con el granito del núm. 49.

En la region del Oeste, al S. de Tejaluca y al N. de Matamoros, despues de atravesar un terreno perteneciente al distrito de Chiautla, que por esta razon no menciono todavía, se llega al lindero de ambos distritos, donde la roca dominante es la caliza blanca, compacta, impregnada de arcilla, como la del ejemplar núm. 50, entre la que se encuentra la caliza sacarina ó mármol del núm. 51, que forma capas que atraviesan la masa general.

Tambien se encuentran irregularmente diseminadas, concreciones calizo-arcillosas como la del ejemplar núm. 52.

Esta formacion caliza se extiende hasta la salida de Coayuca, pueblo perteneciente á la municipalidad de Teotlalco, del distrito de Chiautla; y en la barranca de Tehuitztepec abundan, tal vez provenidos de los cerros inmediatos, fragmentos sueltos de cuarzo, entre los que se reconocen las variedades del cuarzo compacto núm. 53, ágata tosca núm. 54, cuarzo jaspe núm. 55 y cuarzo resinita núm. 56.

Al llegar al rancho de Tlazola se descubre el pórfido feldespático núm. 57, que continúa en una estension considerable.

Cerca de Tlazola está el punto llamado Ixtatlala, notable por la existencia de unos manantiales á cuyas aguas sulfurosas y excesivamente calientes, que se atribuyen propiedades medicinales, acuden muchos enfermos.

No me fué posible determinar la temperatura de estas aguas, por la limitada graduacion de mis termómetros; pero puedo asegurar que están muy inmediatas al punto de ebullicion, y los que en ellas se bañan necesitan hacerlas enfriar un poco, y no pueden entrar á ellas sino muy gradualmente.

Pasado el rio de Tlazola, se entra al potrero de Tepexco, cuyos terrenos son muy ascendentes y en cuya formacion domina el mismo pórfido feldespático, cuyos elementos cristalinos son un poco más visibles. De esta roca se ve un ejemplar en el núm. 58.

Caminando hácia el N. O., se entra á terrenos de la hacienda de Santa Clara, de la que la mayor parte está en jurisdiccion de Jonacatepec, del Estado de Morelos. En ellos la roca presenta

la misma composicion; pero se eleva en crestas alteradas por los agentes atmosféricos, que han impreso á toda la masa un principio de descomposicion, como se ve en el núm. 59, en cuyo ejemplar no sólo se nota la vegetacion criptógama que recubre la superficie, y la desagregacion de los elementos componentes, sino tambien el olor arcilloso, que pone fuera de duda la descomposicion del feldespato. Con ligeras alteraciones, esta composicion se conserva hasta la entrada á Tepexco, que es un pueblo perteneciente á la municipalidad de Tlapanala.

Dicho pueblo es notable por sus numerosas huertas, en las que se cultiva con profusion y se cosecha con ventaja la naranja de China, que se produce de clase superior, y cuya venta constituye la principal de las rentas del pueblo y de sus habitantes.

Entre los cerros que rodean este pueblo, merece una mencion particular el cerro de El Moreno, que se extiende hácia el N. O., y es esencialmente granítico.

En él se descubren grandes masas de cuarzo hialino y cristal de roca, entre cuyos cristales se ven entrelazadas fibras divergentes y sutiles en forma de estrellas, de tremolana asbestosa. El ejemplar núm. 60 da una idea de esta asociacion.

La tremolana es muy abundante, forma hilos muy extensos, que se alternan con la roca granítica del cerro; y de dicho mineral se ven ejemplares adheridos á la roca en los núms. 61; y sueltos, enteramente puros, en los marcados con el núm. 62.

Tambien existe, aunque en ménos abundancia, la actínota del ejemplar núm. 63.

En la extension que alcanzan, tanto este mineral como el anterior, se encuentran en contacto con unos mantos de fierro que en el mismo cerro tiene su yacimiento, impregnándose en toda su masa por los óxidos de este metal, segun se ve en el ejemplar núm. 64.

Los citados mantos tienen una extension considerable, y de ellos se han desprendido numerosos fragmentos de mineral, que se hallan diseminados en todo el cerro, y muy particularmente en las grietas del terreno y partes bajas de sus vertientes.

El mineral de fierro más abundante es el fierro espejado, como el de los ejemplares núm. 65 y la hematita del núm. 66.

El fierro de estos mantos podria explotarse ventajosamente, así por su abundancia como por su calidad. Los productos de esta explotacion se podrian situar en Cuautla, donde por el ferrocarril de Morelos, encontrarian un centro de consumo, del que sólo dista doce leguas, ó bien en México, á cuya capital puede llegarse en tres dias.

Otro de los puntos de explotacion digno de mencionarse, es el que ofrece una veta de plata situada al Sur del cerro mencionado, y al N.O. del pueblo de Tepexco, en la que existen unos trabajos abandonados, que consisten en un pozo cuya profundidad no pude medir, á causa de estar invadido por el agua y el azolve; y algunas obras exteriores como patio, cercas, fragua y dos piezas para habitacion ú oficinas.

La roca en que arma la veta es la pizarra arcillosa de transicion, acompañada de cobre amarillo en hojillas y en pegaduras, como en el ejemplar núm. 67; y la combinacion metálica consiste en el rosicler oscuro, sobre alabandina roja, en cuyas oquedades se distinguen granos globosos de cuarzo. Esta asociacion se ve en el ejemplar núm. 68.

A la salida de Tepexco, fuera de la alteracion estratigráfica producida por el levantamiento, reaparece la caliza compacta, cuya roca, de la que se ve un ejemplar en el núm. 69, constituye la formacion del pueblo de Calmeca.

Avanzando hácia el O. se entra en la cuesta de Ballinas perteneciente á la hacienda de Colon, donde abunda la creta, de la que se ve un ejemplar en el núm. 70, y cuya roca se extiende hasta la entrada á la hacienda de Rijo.

A la salida de Rijo, se entra á la cuesta de este nombre, donde la caliza desaparece, dejando ver la pizarra arcillosa del número 71, que en lajas angostas de textura hojosa, presenta en su conjunto el aspecto pizarreño propio de esta roca, que se deja ver en toda la cuesta, sin variaciones esenciales.

A la salida de esta cuesta se eleva el cerro de los «Guajolotes,» formado por la erupcion del pórfido del núm. 72, que en lo general está, como el ejemplar recogido, ligeramente ondulado.

Más al N.E. se pasa la cuesta del Ojo de la Luz, cuyos cerros limítrofes están formados por el mismo pórfido, ligeramente dis-

tinto en su estructura, y presentando los caracteres de los ejemplares núm. 73.

Adelante, y en la misma direccion, en el punto llamado Amatitlan, á orillas de Matamoros, comienza á hacerse sensible la formacion de los cerros que están á su entrada, distinguiéndose la caliza compacto-terrosa, de textura concoidea y superficie globosa, que se ve en el ejemplar núm. 74.

Con variaciones insignificantes, esta roca forma la masa del cerro del Calvario, donde se extiende en lajas cuya direccion es de S.O.-25°-N.E., y su inclinacion de 75° al S.E. El aspecto general de esta roca es el del ejemplar núm. 75, y entre ella se encuentran en abundancia masas muy grandes y fragmentos sueltos de cuarzo, como los que se ven marcados con el núm. 76.

Entre esta caliza se encuentran masas de caliza sacarina, que constituyen verdaderas canteras de mármol susceptible de ponerse en explotacion.

La misma caliza se extiende hácia el S. de Matamoros, siendo sus caracteres generales los que presenta el ejemplar núm. 77, recogido en el pueblo de Colucan.

En esta poblacion existen unos manantiales, cuyas aguas, templadas en su temperatura, constituyen baños en extremo agradables, y á la vez medicinales, que curan varias enfermedades, y entre otras las de la sangre y las de la piel. Las propiedades terapéuticas de dichas aguas merecen un estudio especial.

Hácia el S., en la cuesta de La Palma, la caliza presenta el aspecto del ejemplar núm. 78; su color es el gris, su textura más compacta, su dureza es mayor y está atravesada por hilos de cuarzo trasluciente. Tambien lleva incrustaciones de cuarzo como en el ejemplar 78 bis.

En diversos puntos de su trayecto, las erupciones volcánicas se hacen sensibles por levantamientos especiales, entre los que merecen señalarse las rocas porfídicas monolíticas que se encuentran en Puctla y Colucan.

Dichas rocas en apariencia están formadas de dos rocas sobrepuestas, de las que la que ocupa la parte superior, parece estar en equilibrio instable sobre la que le sirve de base. Los ejemplares de estas rocas están marcados con los números 79 y 79 bis.

En la barranca de Petzeco el levantamiento debió ser producido por el pórfido inferior, pues los ejemplares del cerro están, como el del núm. 80, impregnados de cuarzo.

Esta erupcion ha metamorfizado la caliza en los términos que se pueden estudiar en el ejemplar núm. 81, en que el cuarzo se presenta fuertemente asociado á la caliza.

Como ejemplo curioso de esta asociacion y de ese metamorfismo, presento los ejemplares de caliza y cuarzo, rodados por el rio y recogidos en el fondo de la barranca, que forman meros revestimientos, y están marcados con el núm. 82.

Suspendiendo la reseña de mis exploraciones en este sentido, pues me conducirian al distrito de Acatlan, cuyo estudio no creo conveniente anticipar, y aplazándola para cuando llegue la vez de examinarlo, mencionaré, ántes de dar por terminado el distrito de Matamoros, la existencia de un nuevo criadero de carbon, descubierto en una de mis últimas excursiones.

Ocho kilómetros al S.E. del pueblo de Santa Ana Necoxtla, que ya he mencionado, y en terrenos pertenecientes á San Juan Epatlan, está una loma, conocida con el nombre de Loma del Agua del Muerto, que en el centro de la cordillera, de la que está separada por las barrancas que forman sus vertientes, corre con la direccion general de N. á S.

La formacion de esta loma es la pizarra arcillosa, cubierta en la superficie por partículas de mica, segun se ve en el ejemplar núm. 83.

Sobre ésta se encuentra otra pizarra más compacta y dura, atravesada por hilos de caliza, que por su color, dureza, estado de agregacion y demas caracteres mineralógicos y litológicos, es muy semejante á la del Mineral de Catorce. Esta roca lleva en la coleccion el núm. 84, y alternando con ella, la metamórfica del núm. 85, teñida por el óxido de fierro.

Alternando con esta roca, y en posicion concordante con ella, está la mica–pizarra, que sirve de asiento á un manto de carbon, cuyas pegaduras se ven recubriendo á esa roca, en los ejemplares marcados con el núm. 86.

Este manto de carbon se ha denunciado recientemente con el nombre de La Expectativa.

Hé aquí, representadas por sus rocas características, las diversas formaciones que se observan en la parte recorrida del Distrito de Matamoros Izúcar.

Los lugares mencionados y las rocas recogidas, no son los únicos que he tenido á la vista en mi exploracion; pero siempre he creido que en las colecciones que se forman para hacer el estudio geológico de una localidad más ó ménos extensa, sólo se debe dar lugar á aquellas rocas que caracterizan una formacion, que contieñen un dato, que son un elemento de estudio y que contribuyen á dar luz sobre las cuestiones mineralógicas, geológicas y geognósticas, cuya solucion presenta un interes, sea puramente científico, sea de aplicaciones prácticas más ó ménos inmediatas ó ventajosas.

Proceder de otra manera, es aglomerar ejemplares aislados, supérfluos y desventajosos, en cuanto á que absorben la atencion y el tiempo, reclamados por el objeto principal del estudio.

Conteniendo lo expuesto los elementos necesarios para el exámen de las cuestiones cuya solucion debe servir de fundamento á las investigaciones conducentes al desempeño de mi comision, en lo que se refiere á este distrito, doy por terminado en él el estudio geológico; y haciendo esta advertencia extensiva á todos los demas, paso desde luego á ocuparme del distrito de Acatlan.

Avanzando hácia el S. de la barranca de Petzeco, que es el último de los mencionados en la descripcion anterior, se pasa al rancho de «Las Piletas,» despues del que se encuentra el Rio Poblano, al otro lado del cual está el pueblo de Tuzantlan, en cuya formacion domina la pizarra arcillosa.

La misma roca forma el suelo del pueblo de Tehuicingo, y ya en Chinantla, presenta un carácter distinto, debido á su textura hojosa, á su estratificacion perfecta, á su color verde, y á los tintes rojos que le da el óxido de fierro. Dichos caracteres, que son típicos en esta formacion, que se extiende al pueblo de Piaxtla, están visibles en el ejemplar marcado con el núm. 1 de la segunda coleccion.

Sin otras variaciones que la asociacion de la pizarra arcillosa á la mica-pizarra del núm. 2, que domina en el pueblo de Tecomatlan, y las que se harán notar á su vez, la misma roca se dis-

tingue hasta este punto, al que se llega pasando por el pueblo de Tlascuapa, y dejando á un lado el de Tecuautitlan, y el que merece estudiarse de una manera especial, por los criaderos carboníferos que encierra.

Las condiciones geológicas en que estos se encuentran colocados, se pueden reducir á las generales de las formaciones caracterizadas por las siguientes rocas, cuyos tipos están á la vista en la coleccion adjunta.

1º Conglomerado, que está sobrepuesto, y domina en la formacion de los cerros del lugar, siendo más visibles en el de la Laguna, cuya vertiente oriental forma la cañada de Palapa, cubierta actualmente casi en su totalidad por las enormes masas de conglomerado desprendidas de su cima, y en cuya parte más baja está descubierto uno de los mantos, é iniciados los trabajos de explotacion. Ejemplar núm. 3.

2º Arenisca apizarrada con mica, subordinada al conglomerado anterior núm. 4.

3º Pizarra arcillosa de transicion, que está debajo de la arenisca. De esta roca se distinguen tres variedades: la de textura pizarreña y estratificacion perfecta, cubierta de mica, quizá por su contacto con la roca de la clase siguiente, de la que es un tipo el ejemplar núm. 5: la de textura compacta, imperfecta en su estratificacion, núm. 6: y la arriñonada, que se mezcla entre una y otra, y tambien entre las rocas de clase distinta, como la del ejemplar núm. 7.

4º Mica-pizarra, distinta de la que mencioné ántes y subyacente á la pizarra arcillosa núm. 8.

5º Caliza del carbon núm. 9.

Entre el conglomerado se encuentran masas de pórfido, algunas de las cuales sostienen hilos de carbon, como la que constituye el ejemplar núm. 10.

Es digna de mencionarse, al examinar esta formacion, la abundancia en que existe el fierro carbonatado litoide, que como se sabe, es uno de los acompañantes del carbon, y constituye uno de los caracteres mineralógicos de la formacion carbonífera.

Este fierro se encuentra generalmente en riñones, cuyas variedades se ven en los ejemplares que llevan el núm. 11, así como

en los marcados con el núm. 12, que constituyen la variedad del fierro carbonatado, llamada esferosiderita; tambien en pegaduras sobre la roca, como en el núm. 13, ó impregnándola solamente como la arenisca del núm. 14.

En el centro de esta formacion se encuentran los mantos cuyos ejemplares presento aparte, en la coleccion especial, los que se han descubierto por varias excavaciones, siendo la principal la denominada mina de «La Salvadora,» situada 6 kilómetros al N.E. de la poblacion de Tecomatlan, en la vertiente oriental del cerro de la Laguna, como ya se dijo, sobre la cañada de Palapa.

Las antiguas excavaciones, limpiadas últimamente por el desazolve, han descubierto el manto con un espesor de 3 metros.

En diferentes puntos del cerro, en el cerro de Morelos, que mencionaré en la descripcion topográfica, y en toda esa region, donde se han hecho excavaciones, el carbon se ha descubierto, de cuyo combustible he podido precisar siete mantos distintos. La direccion general de todos ellos, es de N.E. á S.E.

Hácia el S. de Tecomatlan, y á la salida de este pueblo, la formacion general que se acaba de describir, se hace sensible por la mica-pizarra, de que se han presentado varios ejemplares que juzgo innecesario repetir, debajo de los cuales se encuentra la pizarra arcillosa del núm. 15, recogida en la hoya de Tlaltiza, sobre la que se eleva el cerro de Chichiltepetl, cuya masa la forma el pórfido del núm. 16, que fué sin duda el elemento de la erupcion y el agente del levantamiento.

En el punto llamado Rancho de la Piedra Colorada, la pizarra arcillosa descubre con toda claridad su estratificacion, pues forma cerros relativamente elevados, y está teñida por el peróxido de fierro, que le da un color rojo de ladrillo, visible áun á la distancia.

Esta formacion, con alteraciones secundarias que en nada afectan la esencia, se conserva hasta el rancho de Olomatlan perteneciente á Ilamacingo.

Dos kilómetros al S. de este rancho, caminando por la barranca que forman los cerros laterales, cuya formacion es idéntica á la de Tecomatlan, se eleva hácia el O. el cerro del Ciruelo, que está formado por la arenisca del núm. 14; el conglomerado del núme-

ro 17, cuyo ejemplar es una mera brecha cuarzosa, y el fierro carbonatado litoide del núm. 18.

El conglomerado y la arenisca se yuxtaponen como lo demuestra el ejemplar núm. 19.

En la masa de este cerro está un manto carbonífero, de cuyo criadero presentaré los ejemplares recogidos, en el lugar correspondiente.

Quinientos metros al S.E. de este cerro están las excavaciones hechas en el criadero denunciado con el nombre de «La Fortuna,» cuya formacion está caractizada por las rocas siguientes:

1º Conglomerado igual al recogido en el cerro del Ciruelo, variable, como éste, en el tamaño de los granos cuarzosos.

2º Arenisca apizarrada, con mica, como la del ejemplar número 20.

3º Pizarra arcillosa impregnada de mica debajo de la arenisca núm. 21.

4º Arcilla endurecida con impresiones fósiles núm. 22, encontrándose en parte impregnada de carbon, como en el núm. 23.

5º Mica-pizarra en la que el cuarzo y la mica, colocados en capas alternas, entran en la misma proporcion, presentándose fragmentos sueltos de cuarzo, núm 24.

6º Caliza compacta, cuya posicion relativa no está en todas partes igualmente determinada, pues hay puntos en que se ve intercalada á las demás rocas, núm. 25.

Entre estos elementos litológicos que se pueden considerar como esenciales en la constitucion geológica del terreno, se encuentran picos salientes de cuarzo, siendo de notar la asociacion que forman éste y la arenisca, de la que se ve un tipo en el ejemplar núm. 26. Tambien el fierro carbonato litoide se encuentra en abundancia, sin sujecion á regla alguna de yacimiento.

Sobre la arcilla se encuentra el manto de carbon, que tiene la direccion de S.E.—40°—N.O., la inclinacion de 30° al N.E. y el espesor de 0,90 metros.

La distribucion estratigráfica que antecede, representa el corte teórico de esta sobreposicion; la que, como se ve, es idéntica á la observada en Tecomatlan, sin otra diferencia visible que la presencia de la arcilla fosilífera en esta última formacion.

No es este manto el único reconocido: llevando las excavaciones por diversos puntos, el carbon se descubre en condiciones análogas de yacimiento, presentándose más formal en el cerro del Organal, que está al O., y en el cerro del Palacio.

Obligado por la identidad geológica que acabo de señalar, á abarcar en una sola descripcion estos dos centros carboníferos, que en rigor vienen á ser uno solo, interrumpido solamente por los accidentes topográficos, orográficos é hidrográficos de la localidad, pasaré á dar una idea de las condiciones topográficas en que se encuentran.

Tomando por centro la poblacion de Tecomatlan, como uno de los puntos principales á que despues tendré que referirme, haré notar que el camino á los mantos reconocidos y mencionados, está entre una serie de cerros, de los que los más notables, enumerados en el órden de su colocacion de E. á O. pasando por el Norte, son los siguientes:

Tenayo (que linda con los pueblos del Progreso é Ilamacingo, al que pertenece el rancho de Olomatlan), El Canton, Tonaltepec, Xicaltepec, Laguna Seca, Pogatzin, Huitzitzil ó el Zacatoso, Zacanopala, Techinani, Ixihuahuc, Ixcuatl (por cuya vertiente S. pasa el rio Mixteco), Tepezolo, Momoxco, Tepetzacacingo, Coco Redondo y Tepeyahuatl.

Al S.E. se proyecta el Pinotzin, del que sólo se descubre la cima.

El rio Mixteco, unido al Atoyac, corre con la direccion general de N.O. á S.E., y serpentea por las faldas de los cerros.

El rancho de Olomatlan, que es la poblacion más inmediata al otro centro carbonífero, dista de Tecomatlan 20 kilómetros, y está situado del lado opuesto del rio Mixteco. A la mitad próximamente de esta distancia está la poblacion del Progreso, y el camino es ligeramente accidentado; y 2 kilómetros al S. de este rancho se encuentran, como se dijo ya, los criaderos de carbon.

De Tecomatlan á Acatlan, cuya distancia es de 48 kilómetros, pasando por los pueblos de Piaxtla y Tulapa por donde se halla el camino, la formacion es la misma pizarra arcillosa, con pizarra micácea; notándose en la entrada á Acatlan, y en el pueblo mismo, la caliza compacta terrosa del núm. 27.

Al S.E. de Acatlan, en el camino á Petlalcingo, aparece, ocupando una extension considerable, el *gneiss* cuyo tipo representa el ejemplar núm. 28, que desaparece bajo la caliza anterior, entre la que se encuentran grandes y extensas masas, en lo general arriñonadas, de caliza compacta de color blanco amarillento y textura concoidea, cuyas muestras se ven en los ejemplares núm. 29.

Al S.E. de Petlalcingo la caliza blanca desaparece, siendo reemplazada por la gris del núm. 30, notable por las incrustaciones de cuarzo que contiene. Reaparece en seguida la pizarra arcillosa, entre la que hay intercaladas extensas masas de yeso fibroso como en el ejemplar núm. 31.

Diez y medio kilómetros al S.E. de Petlalcingo, está el rancho llamado de Chiltepin; y 4 kilómetros al S., siguiendo la barranca de la Piedra de amolar, está otro manto carbonífero del que se descubren hilos cuya direccion es de N.E.-45°-S.O. y cuya inclinacion es de 45° al N.O.

Las rocas en que estos hilos se encuentran, son las mismas que mencionaré al hablar del otro criadero que existe en la Peña de Ayuquila, y que, por la clase de su carbon, es de los más interesantes.

La Peña de Ayuquila, una de las más notables de la cordillera que se extiende al S. del Estado de Puebla, considerada bajo su aspecto orográfico, y bajo el punto de vista geográfico, la más notable tal vez, porque pasa por su cima la línea divisoria entre dicho Estado y el vecino de Oaxaca, contiene en su vertiente S. el pueblo de Ayuquila que le da su nombre, perteneciente al Distrito de Huajuapam de Leon, de este último Estado; y en su vertiente Norte, el criadero á que acabo de hacer referencia.

Las rocas que constituyen su formacion se pueden referir á las siguientes:

1º Conglomerado arcillo-cuarzoso, reunido por una pasta arcillo-ferruginosa, como en el ejemplar núm. 32.

2º Arenisca apizarrada con partículas de anfíbola, núm. 33.

3º Pizarra arcillosa, que contiene entre sus relices hojillas de fierro espático é impregnada de carbon, núm. 34.

4º Fierro carbonatado litoide, en capas, como en el núm. 35,

y en riñones tan abundantes como las demas rocas esenciales, ó globoso, como el núm. 36.

5º Caliza carbonífera.

Como se ve, esta formacion es idéntica á las de los otros criaderos mencionados ántes, y esta identidad pone fuera de duda la contemporaneidad de estos criaderos.

Al llevar mi estudio á los Distritos del Estado de Oaxaca, retocaré este punto para completar la descripcion de esta zona que, segun todas las apariencias, se extiende hácia el S. de la línea geográfica divisoria.

Llevando las exploraciones al O. para abarcar en ellas una extension mayor, que comprende una zona interesante, y tomando por punto de partida la poblacion de Acatlan, en la salida para Texcalapa, en la direccion del S. O., el mismo *gneiss* del núm. 28 se presenta con los caracteres de los ejemplares marcados con el núm. 37, que forman en su mayor parte el cerro del Tecomate. Sobre esta roca está la mica-pizarra del núm. 38, y sobrepuesta á ambas rocas y formando la cima del cerro está la pizarra arcillosa, de textura hojosa, con incrustaciones de cuarzo y teñida por el fierro del núm. 39.

Entre esta pizarra se ven incrustaciones de cuarzo que forman crestas, variables en su direccion, y presentan el aspecto del número 40.

Descendiendo de este cerro por el lado del Sur, se encuentra la barranca llamada del «Reparo-coco,» en la que se ven robustos y extensos crestones de cuarzo, como el del número 41, que tienen la direccion general de N. á S.

A los 15 kilómetros de Acatlan y en la misma direccion del S. O., está el cerro llamado «El Portezuelo de la tierra colorada,» cuya masa la forma la eufótida del núm. 42, sobre la que aparece la serpentina de los números 43, atravesada por hilos de amianto verde montaña en lo general.

Cinco kilómetros al S.E. de este cerro está la cañada de la Llave, cuya direccion média es de S.E.-20°-N.O., que está formada por la vertiente oriental del cerro llamado El Mogote de la Junta, que se extiende al O., y la vertiente occidental del llamado El Mogote de la Coronilla que se extiende al E.

Estos cerros están formados por gruesas lajas de arenisca, como la de los números 44 y 45, que están ligeramente inclinadas al E. y sobrepuestas á una roca desmoronadiza, arcillosa, que parece debida á una descomposicion de la misma roca, por la accion de las aguas con que se halla en contacto durante la estacion de las lluvias.

Sobrepuesto á la arenisca está el granito de los números 46 y 47, el primero de cuyos ejemplares pertenece á la Junta y el segundo á la Coronilla.

Entre los relices de las lajas de las areniscas se ve la caliza con impresiones del núm. 48, en la que están los hilos de carbon. Sobre esta caliza se ven cristales muy pequeños de espato calizo.

Esta localidad está en terrenos pertenecientes á Texcalapa.

Hácia el N.O. está la barranca del Coco Pintado, formada por el *gneiss* del núm. 49; y avanzando hácia el N., el cerro de La Cruz, formado por la arenisca del núm. 50, está cubierto por diversos óxidos de fierro, entre los que se encuentran riñones de fierro oolítico y masas globosas de este compuesto adheridas al granito número 51, á cuya erupcion fué tal vez debida la formacion del cerro.

Tambien se encuentran riñones de este mismo fierro, revestidos por el cuarzo en granos muy pequeños, al que parecen servir de núcleo, como en el núm. 52.

Siguiendo hácia el N. se llega á la poblacion de Acatlan, en cuyas cercanías se observan las rocas ya mencionadas, que indican las formaciones descritas.

El conjunto de dichas rocas, sus caracteres especiales y sus relaciones geognósticas, contienen los datos suficientes, si no para hacer el estudio geológico de todo el distrito, lo que, además de exigir mucho más tiempo, me alejaria de mi propósito, sí para fijar la formacion del terreno y su naturaleza en sus relaciones con los criaderos carboníferos.

Dándolo, pues, por concluido, paso á ocuparme del distrito de Chiautla, que es el último de los explorados hasta ahora.

Siguiendo la direccion al S. que dejé trazada al hablar del distrito de Matamoros, se llega, pasando el carril de San Nicolás, á la pequeña poblacion de Atzalá, en cuya formacion domina la caliza compacta de color gris amarillento y textura igual, de los

ejemplares núm. 1 de la 3ª coleccion, cuya roca se extiende en grandes masas, que en su direccion avanzan hácia el S. hasta llegar á Chietla, en cuyo punto se conserva, sin otras alteraciones que la aspereza que presenta la superficie y estar atravesada por incrustaciones de cuarzo. Ejemplares núm. 2.

Dos y medio kilómetros hácia el S. E. se eleva el cerro de las Viborillas, cuya masa la constituye la misma caliza; roca que en la base del cerro presenta el aspecto del ejemplar núm. 3, en el que la textura es más compacta y la superficie se encuentra en parte cubierta por granos cristalinos de cuarzo y feldespato, que hacen sospechar su contacto con rocas graníticas; y en la cima el de los ejemplares números 4 y 5, el primero de los cuales está atravesado por incrustaciones de cuarzo que forman hilos entrelazados, y el segundo se halla cubierto por granos arcillosos teñidos por el carbon.

En la masa de este cerro y á diferentes alturas, se ven extensas crestas de un conglomerado, cuyos elementos componentes consisten en fragmentos de caliza, arcilla, pórfido feldespático descompuesto, cuarzo, y todo esto reunido por una pasta arcillo-ferruginosa. Núm. 6.

Esta misma caliza, que constituye la roca general del piso de Chietla, sigue extendiéndose hácia el S. y se deja ver en las vertientes de las montañas que ocupan una parte del camino á la cabecera del distrito.

En el pueblo llamado San Nicolás de las Palmas, que está 5 kilómetros al S.O. de Chietla, la caliza presenta una superficie cariada, como en el ejemplar núm. 7: y más al S., en el rancho de Buenavista, dicha caliza está reemplazada por la de los ejemplares núm. 8, que es más compacta, de superficie lisa y textura igual pasando á pizarreña.

En muchos puntos esta caliza tiene incrustaciones de cuarzo, como en el ejemplar núm. 9.

El exámen litológico de estos cerros explica la presencia de los elementos feldespáticos que entran en la composicion del conglomerado recogido en el cerro de las Viborillas, y da á conocer el agente del levantamiento; pues en su cima dejan ver la roca eruptiva del núm. 10, que es un pórfido de base de jaspe, en cu-

ya masa se descubren cristales muy pequeños y láminas cristalinas de feldespato y anfíbola.

Esta última aumenta notablemente en algunos puntos, viniendo á formar el pórfido diorítico, asociado al pórfido general, como se ve en el núm. 11, y constituyendo en grandes masas el pórfido diorítico puro, como en el núm. 12.

Avanzando hácia el S. desaparece la caliza bajo la pizarra arcillosa del núm. 13 que viene á reemplazarla; pues á la grande extension superficial que ocupa, se agrega la semejanza en su yacimiento y estratificacion.

Hácia el S. comienza la cuesta de Santa Ana, que pasa sobre el cerro del mismo nombre; y en su principio reaparece la caliza del núm. 7, que á su vez desaparece bajo la compacta del número 14.

En el ascenso, y en el punto culminante, se encuentra la roca núm. 15, que es la que los franceses llaman *calcaire-brèche* y que en nuestro idioma creo que podria llamarse *brecha caliza* con cuyo nombre la designo en la coleccion y en el catálogo.

La referida cuesta, que forma parte del camino á Chiautla, está en la ladera occidental del cerro; y ascendiendo hácia el E. para reconocer su masa, se descubren en su cúspide masas de cuarzo resinita del que se ven ejemplares en los núms. 16 y 16 bis.

Esta misma roca se presenta en el descenso de la cuesta del S. atravesando la caliza; y al llegar al pueblo de Santa Ana, reaparece la pizarra, con los caracteres del ejemplar núm. 17, que se extiende al O. hasta el pueblo de Huehuetlan.

Entre Santa Ana y Chiautla, las montañas que limitan el camino están formadas, en su base, de la misma pizarra, y en su cúspide, del pórfido núm. 18.

En algunos puntos este pórfido está impregnado de bol y teñido por él, como en el núm. 19. En este estado presenta masas salientes, á modo de pequeñas bufas.

El piso de Chiautla está constituido por la mica-pizarra del núm. 20, cuya roca forma lomas extensas, más ó ménos elevadas entre las que se distinguen los cerros de los alrededores.

Entre estos se encuentra el de la Yerba Buena, al S.E. de la poblacion, semejante por su estructura á los demas que ligados

con él constituyen la cordillera, y formado por el pórfido del núm. 21, en cuya masa se ven algunos granos cristalinos de cuarzo, y numerosos cristales blancos y opacos de feldespato que por su aspecto terroso indican un principio de descomposicion.

En contacto con este pórfido, extendiéndose en diferentes direcciones y formando una gran parte de la masa del cerro, está el conglomerado del núm. 22.

Las diferencias esenciales que se observan en toda la extension de esta roca, consisten solamente en el tamaño de los elementos componentes, los que en algunas partes presentan grandes dimensiones.

Otro conglomerado, que por la naturaleza de sus componentes, por las dimensiones de estos, por la adherencia que tienen entre sí y por la pasta que le sirve de base, parece de una época anterior, se ve en el ejemplar núm. 23, y se presenta en masas salientes, y al parecer aisladas, en diversos puntos del cerro, en el que ocupa extensiones considerables.

Lo mismo que en el anterior, este conglomerado presenta diferencias debidas á las dimensiones de los elementos que lo forman. Entre los grandes fragmentos de las masas más voluminosas, se encuentra el marcado con el núm. 24, desprendido de una de aquellas.

En las cuencas y planicies del cerro se ven algunas rocas sueltas, de diferente naturaleza, que han sido llevadas allí por las corrientes pluviales.

Tales rocas, si no son propias del lugar en que se encuentran, sí lo son de las partes más elevadas de los cerros adyacentes, ó de los mismos que en sus accidentes forman estos depósitos, de los que se han desprendido por las causas naturales de desagregacion que constantemente existen en la atmósfera, ó por la accion misma de las aguas que caen en lluvias, á veces torrenciales.

Mencionaré solamente, tanto por ser las más abundantes cuanto por hallarse en relacion con los elementos estudiados, el pedernal revestido por el jaspe, del ejemplar núm. 25; el cuarzo resinita de color verde aceite, semitrasparente, de lustre de cera y textura concoidea del núm. 26; el cuarzo compacto, opaco, de tex-

tura concoidea perfecta, del núm. 27; el mismo pasando á resinita del núm. 28 y el compacto escorioso del núm. 29.

Todos estos minerales tienen su orígen en la formacion granítica, que se ha abierto paso entre las rocas del período de transicion, para formar los cerros de la parte N. en que se descubren con toda claridad las rocas constituyentes.

Entre estas, creo deber señalar el granito del cerro de Titilinche, cuyos ejemplares están marcados con el núm. 30.

En el descenso de los cerros el pórfido desaparece, dejando ver en su contacto el conglomerado de la antigua arenisca roja, que sobrepuesto á la mica–pizarra del nº 20, constituye el piso de Chiautla, que corresponde al terreno de la transicion superior ó devoniano. De esta roca se ve un ejemplar, marcado con el nº 31.

Tres kilómetros al N. de la poblacion hay un cerro llamado de la Mina de Oro, en el que, sobre la roca mencionada, está el conglomerado del núm. 32, teñido por el óxido de fierro al mínimo; y en ella se ve un creston perteneciente á una veta aurífera, para cuya explotacion se abrió un pozo hace veinte años, que actualmente está cegado.

De este creston arranqué los ejemplares marcados con el número 33, que no acusan ley alguna de la mufla, ni de oro, ni de la plata que siempre acompaña este metal. Los caracteres empíricos acreditan este mineral de pinta aurífera.

Doce kilómetros al N.E. está la mina de plata llamada de Santa Rita, en el cerro de Polocotlan.

Esta mina, desde hace algunos años, está desierta y abandonada, sin embargo de que, segun los relatos de los vecinos, ha producido minerales de plata en abundancia.

Hácia el O. y el N.O. de Chiautla, la formacion no presenta particularidad alguna, ni diferencias esenciales, y con los mismos caracteres de que se ha hecho mencion, se extiende hasta el pueblo de Teotlalco.

Cuatro kilómetros al N.O. se eleva el cerro del Pedernal, cuya masa está compuesta de las rocas siguientes, enumeradas en el órden de su colocacion, de abajo á arriba.

Pizarra teñida por el carbon, en capas bastante extensas, como la roca marcada con el núm. 34.

Arcilla endurecida, sobrepuesta á la pizarra, é intercalada en los relices de ésta y la siguiente núm. 35.

Pizarra arcillosa, más compacta y dura, con revestimientos de jaspe núm. 36. A veces contiene pegaduras de cuarzo y dentritas de manganeso, como en el núm. 36 bis.

Los revestimientos de jaspe, que en algunos puntos tienen dimensiones considerables, se ven aislados en los ejemplares marcados con el número 37.

Despues está la tierra vegetal, entre la que se deja ver la pizarra anterior con sus revestimientos de jaspe, el que en algunos puntos está cubierto con el cuarzo, como en el núm. 38.

En el declive del cerro, y en toda la planicie que se extiende á su falda, está la pizarra arcillosa verde del núm. 39, en partes modificada como en el núm. 40.

En varias partes del terreno, la pizarra se halla cubierta por el conglomerado del núm. 41 que ocupa grandes superficies.

Al N. de Teotlalco se encuentra la caliza de que se hizo mencion en su lugar, y cuyos ejemplares están marcados en la coleccion primera con el núm. 50; y cerca del pueblo de Coayuca se ve una extensa formacion de yeso en lo general hojoso, como el ejemplar señalado con el número 42, y en parte filoso, como en el ejemplar á que corresponde el núm. 43.

Adelante, en Ahuehuecingo, está la pizarra del núm. 44, y á la entrada á Chietla, sobre la caliza de que se hizo mencion, se ve la pizarra núm. 45.

En las cuencas formadas en los declives de los cerros abunda el guijarro ferruginoso del núm. 46, el cuarzo compacto del número 47, y el mismo, pasando á resinita del núm. 48.

Por las indicaciones topográficas que en esta reseña he tenido ocasion de hacer, y sus referencias al croquis que acompaño, se ve que mis excursiones abrazan casi la totalidad del Distrito; no habiendo localizado sino en determinados puntos mi exámen geológico, por ser estos los que presentan los rasgos más salientes y los caracteres típicos de la localidad: y si se toman en consideracion los datos geológicos consignados, se ve desde luego la indeterminacion y poca claridad con que se presenta la formacion de transicion en casi todas sus divisiones, y muy particular-

mente en la formacion carbonífera. Y en efecto, concretando el estudio á este punto principal, sus resultados son muy poco satisfactorios; pues como lo pude observar, solamente en un punto se encuentran indicios de carbon, y éste de mala calidad, y en muy malas condiciones de explotacion.

Acaso investigaciones de otro género, den resultados ménos desventajosos; pero las deducciones á que el reconocimiento practicado conduce, la posicion topográfica de la localidad, los accidentes del terreno y demas detalles que en una empresa de cierta importancia tienen tan alta significacion, casi obligan á desviar de esta region la vista, cuando se trata de un asunto como el que ha motivado estos trabajos.

La Minería, en general, tiene allí un centro digno de atencion; pues el fierro, la plata y aun el oro, cuentan con criaderos explotables, cuyos resultados se presentan en una halagadora perspectiva al espíritu de empresa y á la especulacion.

La naturaleza de mis trabajos no me permitió detener mi exámenen estos puntos; mas me cabe la honra de llamar sobre ellos la atencion del Superior Gobierno del Estado, en cuyas facultades y en cuyo interes está el desarrollo de esas riquezas desconocidas unas, ocultas otras, y abandonadas casi todas.

Por ahora, doy por concluido este punto, creyendo haber llenado la segunda de las instrucciones que el Ministerio del digno cargo de vd. se sirvió proponerme, y dejar reunidos los datos que deben servirme para resolver algunas de las otras cuestiones en el mismo sentido propuestas.

El estudio geológico del terreno en que se encuentran los criaderos, es la base para su explotacion, no solamente en la parte técnica, que es la principal de todas, sino tambien en la industrial y la económica y administrativa; y practicado el primero en los términos aconsejados por los principios y sus relaciones, por la observacion y sus consecuencias, por la práctica y sus resultados, se tiene un punto de partida seguro para la decision, organizacion y desarrollo de los trabajos complexos y delicados de las especulaciones mineras.

III

Estudio estratigráfico de la region explorada.

Los caracteres geológicos que en el capítulo anterior acabo de exponer, y los datos litológicos que como preliminares de ciertas cuestiones posteriores, he tenido el cuidado de consignar, me ponen en aptitud de conocer los caracteres estratigráficos de la region á que aquellos se refieren, y deducir de ellos las consecuencias conducentes al punto objetivo de mis exploraciones y trabajos.

Las colecciones que á las descripciones hechas acompaño como complemento, y aun podemos decir como parte integrante del estudio geológico, dan al mismo tiempo mucha luz sobre este punto, ya por el exámen directo de cada una de las rocas que las componen, ya por el exámen comparativo de unas con otras.

Recordando que las rocas de que ya queda hecha mencion no son otra cosa que tipos de masas más ó ménos robustas, más ó ménos extensas, más ó ménos visibles, que por su posicion en el terreno vienen á formar capas más ó ménos perfectas; considerando que cada roca diferente es representante de una capa distinta, por lo que el conjunto de rocas demuestra la existencia de una serie de capas; y admitiendo que una serie de capas se compone de una, dos y á veces de mayor número de rocas que se alternan por lechos ó planos de yacimiento, se llega desde luego al hecho de que, en la region explorada, existen series de capas cuyas posiciones relativas es necesario dar á conocer.

En las descripciones que anteceden, se habla con frecuencia de que tal roca desaparece ante tal otra, y que reaparece á una distancia mayor ó menor, y en tales ó cuales condiciones: y estas desapariciones y reapariciones sucesivas, tienen un valor cuya importancia no sólo se hace sentir en los principios científicos, sino que desempeña un interesante papel en las aplicaciones industriales.

No creo necesario, vista la ilustracion del funcionario á quien este informe se dirige, ni conveniente, en atencion á que no debo extenderme mucho en consideraciones extrañas, señalar esa importancia en un sentido ó en otro; por lo que me limitaré á consignarla como fundamento ó como introduccion de esta parte de mi trabajo.

Como las rocas distintas en su orígen desempeñan en las formaciones geológicas papeles distintos; y como aun las de un orígen comun tienen relaciones distintas y especiales, es conveniente, más aún, es necesario, precisar el verdadero valor que debe darse á cada una de las rocas encontradas en una exploracion, y lo que de su presencia debe racionalmente esperarse, en la consecucion de un objeto determinado.

En el capítulo anterior hice observar, aun anticipando datos, que los terrenos á que este estudio se refiere, pertenecen á la época de transicion, la que se halla representada por sus tres formaciones; formaciones que sirven de asiento á la formacion carbonífera.

Al entrar al estudio, que es el objeto del presente, creo deber comenzar iniciando el plan á que conviene sujetarlo; y en mi concepto, no puede ser otro que el consignado en los puntos siguientes: 1º, exámen de la estratificacion natural en los terrenos de transicion: 2º, exámen del órden que en su posicion relativa guardan las capas á que pertenecen las rocas estudiadas y recogidas: 3º, comparacion entre una y otra: 4º, explicacion de las diferencias que se observan; y 5º, importancia de dichas diferencias en el yacimiento de los criaderos carboníferos.

1º Siendo así que los terrenos de transicion constan de tres formaciones, cuya posicion relativa depende, así del orígen como de las propiedades particulares de las rocas constituyentes de cada una, la estratificacion natural de estos terrenos, es decir, la estratificacion que no ha estado sujeta á las alteraciones que siempre ocasionan las condiciones dinámicas tan frecuentes como generales, cuya huella se descubre en casi toda la corteza terrestre accesible á la observacion, debe constar: 1º, de las capas formadas por los *gneiss*, mica-pizarras, estea-pizarras y pizarras talcosas, que constituyen la formacion inferior, en contacto con los

granitos y rocas propias del terreno primitivo; 2º, por los cuarcites, vácias fosilíferas, pizarras y calizas especiales de la formacion média; y 3º, por las rocas de la antigua arenisca roja, areniscas y calizas especiales de la formacion superior; y todas estas rocas hallarse sobrepuestas en el órden señalado.

En nuestro caso, los granitos, pórfidos, y en general, las rocas eruptivas que se han mencionado en el estudio, y constan en la coleccion, no deberian estar visibles, ó estarlo siempre debajo de los *gneiss*, *mica-pizarras*, y demas rocas pertenecientes á la formacion inferior; éstas, subordinadas á las de la formacion média, las que á su vez deberian estar siempre debajo de las de la formacion superior, sobre la cual únicamente deberian hallarse los mantos carboníferos.

Entónces podiamos y debiamos decir, que el terreno se encontraba en condiciones naturales de estratificacion: y el estudio de este punto deberia limitarse á señalar el desarrollo relativo de cada una de las formaciones, así como de los elementos componentes.

2º De la exposicin hecha en el capítulo que antecede, resulta que no es así; pues resumiendo todo lo que en él se ha consignado, aparece que las rocas que forman los terrenos explorados, ocupan el órden siguiente, contados de abajo á arriba.

a—caliza.

b—mica-pizarra y estea-pizarra atravesada por el *gneiss*.

c—pizarra arcillosa entre la que se interpone la mica-pizarra.

d—conglomerado, penetrado en parte por la pizarra arcillosa.

b—mica-pizarra, penetrada por el conglomerado.

d—conglomerado penetrado por la mica-pizarra.

e—carbon.

f—arenisca.

d—conglomerado.

Las rocas eruptivas se ven indistintamente en todas estas rocas.

Este corte teórico, que en vista del terreno está formado, es el más comun, pero de ninguna manera puede considerarse como constante; y se comprende que debe ser así, y que no puede ser de otro modo, porque lo anormal nunca es invariable.

Fijado ya, en cuanto es posible, y lo permiten las irregularidades características de las perturbaciones geológicas, el órden de sobreposicion de las rocas estudiadas, cuyo órden constituye el primer carácter de la estratificacion, examinaré la forma, recordando para esto, que los geólogos distinguen tres formas distintas: *la estratificacion horizontal*, la *estratificacion diagonal* ó *cruzada* y la *estratificacion por ondulaciones*.

Sin detenerme á definir estas tres formas, haré observar que la primera clase de estratificacion casi no existe, pues sólo se observa muy parcial, en puntos muy determinados: la segunda es la que caracteriza cada una de las capas consideradas aisladamente, ó en su contacto con las capas inmediatas: y la tercera es la propia y característica del conjunto, sobre todo en la proximidad de los cerros, en las diversas pendientes que éstos afectan en toda su longitud y en las cuencas orográficas.

3º Supuesto este órden, y recordando el que corresponde á la estratificacion normal, se ve que las mica-pizarras y estea-pizarras se han sobrepuesto á la caliza compacta, cuya roca, en extensiones no pequeñas, está debajo de aquellas: que el *gneiss*, igualmente sobrepuesto á la caliza, no conserva su posicion relativa respecto de la mica-pizarra cuya roca está atravesando; que el conglomerado está indistintamente arriba y abajo de la mica-pizarra, así como ántes y despues del carbon y las areniscas que lo rodean; y que el granito y el pórfido se ven casi en todas partes.

4º Este desórden estratigráfico encuentra una explicacion muy natural en los fenómenos parciales que acompañaron al fenómeno general de la formacion de las montañas, cuyo agente principal parece haber sido el granito: á cuya suposicion inclina el hecho de que esta roca se descubre en todos aquellos puntos que pueden considerarse como focos de erupcion, y de que, ya en un estado de integridad absoluta, ya representada por el principal de sus elementos componentes, esta roca se ve asociada á las demas rocas sedimentarias de la formacion.

5º Esta irregularidad estratigráfica en nada altera la esencia ni el valor de las capas alteradas; de suerte que el contacto, que se puede llamar arbitrario, del carbon con el conglomerado, por

ejemplo, no indica en manera alguna que la presencia de este combustible es accidental, y que por lo mismo, su explotacion no puede ser sino muy precaria. Por el contrario, siendo la formacion como es, esencialmente carbonífera, el carbon se encuentra en ella como en su natural yacimiento; y es muy frecuente encontrar, al lado de estos depósitos que parecen accidentales, extensos y robustos mantos que tienen su lecho en la caliza carbonífera.

En tal concepto, la explotacion, considerada con relacion á las condiciones generales de la localidad, no puede ser aventurada; y el resultado tiene que ser satisfactorio, si en las obras de investigacion, en las auxiliares y aun en las de disfrute, preside el acierto que es la consecuencia racional de la pericia y el estudio.

Desearia amplificar este exámen estratigráfico con los elementos paleontológicos que le son tan esenciales; mas por los muy pocos fósiles que encontré, y lo restringido de la localidad de que fueron extraidos, no me es posible sacar de su estudio, para amplificar el presente, deducciones estratigráficas.

IV

Estudio paleontológico de los fósiles recogidos durante la exploracion.

Escasos en extremo son los datos que pude recoger y en la misma proporcion incompleto el estudio que puedo presentar respecto de este punto; dejando, por lo mismo, un ligero vacío en el exámen geológico presentado.

Este vacío, sin embargo, es de poca importancia científica é industrial; pues además de que no constituye un obstáculo para la determinacion de las rocas y clasificacion de los terrenos, por ser suficientes sus caracteres litológicos, en el objeto principal, se encuentran los bastantes, y la presencia del carbon no deja duda de su interes.

En la descripcion geológica, que es el objeto del capítulo II, se habló, presentándola en la coleccion, de una arcilla endurecida que está sobre la pizarra arcillosa y contiene impresiones fósiles.

Estas impresiones, como se ve en los ejemplares citados, se limitan á una sola especie; especie que, bajo su aspecto geológico, no puede considerarse como propia del carbon, puesto que es característica de la formacion triásica.

La roca misma presenta no solamente los caracteres litológicos y mineralógicos de la pizarra arcillosa, sino que aun se ve en su superficie la arcilla á cuyo endurecimiento es debida su formacion.

La presencia de la *zamia* en las rocas de este terreno, da lugar á una cuestion que por ahora no pretendo resolver, pues necesitaria hacer un estudio especial paleontológico; cuestion que puede encerrarse en este dilema: esta especie no es exclusiva de la formacion del trias, ó las rocas de dicha formacion vinieron á interponerse entre las rocas de transicion del terreno.

Me inclino á esta segunda hipótesis, dejando en pié este problema científico, que tal vez podré resolver en el curso de mis exploraciones; pues en las practicadas hasta ahora, faltan los datos suficientes.

V

Clasificacion y determinacion de los criaderos descubiertos; condiciones geognósticas de su yacimiento; número de los que se hayan explotado, ó estén actualmente en explotacion.

Tres esencialmente distintas, aunque por su objeto final relacionadas, son las cuestiones parciales que constituyen la cuestion general, cuya resolucion debe ser el asunto del presente capítulo: la primera es esencialmente geológica y mineralógica: el aspecto principal de la segunda lo presenta en sus relaciones mineras; y la tercera, propiamente estadística, no carece de valor en las consideraciones industriales.

El carácter geológico de la primera está en la parte de su estudio, que se refiere á los criaderos considerados en su conjunto: el carácter mineralógico, en la del que debe ocuparse de la clasificacion y determinacion de los combustibles contenidos en el criadero, que la ciencia considera como minerales.

Respecto de lo primero, recordaré lo expuesto en el capítulo II al examinar en general las rocas existentes en los terrenos carboníferos, cuando al llegar á la formacion de la ulla, hice notar que esta formacion se encuentra en dos condiciones diferentes de yacimiento, anticipando el hecho de que ambas formaciones existen en la zona recorrida.

Para fijar este punto con el grado de exactitud que le corresponde, necesito desarrollar los detalles que le sirven de fundamento; y para esto me veo obligado á examinar, aunque á grandes rasgos, los principios y las observaciones de la Geología.

Vistos á la luz de estas observaciones y de esos principios, los hechos que han acompañado á los depósitos de carbon que hoy constituyen los criaderos, el primero que se presenta, y que por decirlo así, salta á la vista, es, como en el estudio de los criaderos regulares, el que se refiere á la estructura y á la forma; y el resultado del exámen de este complexo estudio, ha sido poner fuera de duda la estratificacion regular del terreno, en toda la extension de los depósitos.

Ya al hacer el estudio estratigráfico de la region explorada, llamé la atencion sobre esta regularidad, las causas que la modifican y el valor que debe darse á estas modificaciones.

Tomando este primer carácter como un dato para determinar la naturaleza de los criaderos recorridos, es decir, para precisar en cuál de las dos condiciones de yacimiento indicadas se encuentran, debo hacer notar que no habiendo encontrado en ninguno de estos criaderos trabajo alguno capaz de permitirme observar el corte estratigráfico que dejara en descubierto los mantos carboníferos y las rocas subyacentes en las condiciones normales de posicion, dicho corte pude determinarlo sólo por el exámen de los cortes naturales y por deducciones de estudios geológicos comparados; y así pude formar los cortes que se ven en el capítulo II de los criaderos respectivos.

Si del exámen de este primer carácter se pasa por un escalon natural al de las rocas que rodean al manto, desde luego se descubre en ellas su orígen arenáceo: y de las rocas que he considerado en mi estudio y presento en la coleccion, este orígen no puede ser dudoso en las areniscas, en las brechas y en los conglomerados; rocas que tanto abundan y que entre los elementos geológicos distintivos de los criaderos, son características.

Un detalle que no carece de interes y que no habia yo tenido ocasion de mencionar, es el que se refiere á la posicion de ciertos fragmentos sueltos ó rodados, cuya forma se asemeja á la de un elipsoide prolongado.

Estos fragmentos, así como los de fierro carbonatado litoide, cuya forma es casi esférica, están colocados de manera que su eje mayor es paralelo al plano de estratificacion; de tal suerte, que en las planicies formadas por la base de los cerros, en el fondo de las barrancas ó en las cuencas naturales, este eje es horizontal; en los puntos en que comienza el declive, y en que es ménos sensible la accion del levantamiento, tiene una posicion inclinada, y en la cima de los cerros, en que la resistencia de la roca fué tan insignificante en el fenómeno de la erupcion, que la intensidad de la resultante fué casi idéntica á la de la componente vertical, es vertical tambien la posicion de dicho eje.

Esta observacion es de los geólogos más antiguos, que yo no hago más que señalar por haberla visto confirmada.

Todo esto conduce á creer que aquí, como en las formaciones á que estos hechos se refieren, las capas constituidas por estas rocas se han formado por la via sedimentaria.

Este hecho es esencial, en cuanto á que permite distinguir las rocas propias de los terrenos carboníferos, de las que les son extrañas y se encuentran cerca de ellas, ó mezcladas con ellas sólo accidentalmente.

En efecto, admitida la presencia, ó por mejor decir, la formacion de dichas rocas por acciones sedimentarias, se debe tener á la vista, que con anterioridad á estas acciones, la parte de la corteza terrestre en que han tenido lugar presentaba cuencas más ó ménos extensas, que en totalidad ó en parte se han venido á llenar con estos depósitos; y que éstos, participando unas veces

de las alteraciones dinámicas de los terrenos, y otras no encontrando capacidad bastante para conservarse á pesar de dichas alteraciones, se han desparramado, por decirlo así, sobre puntos más ó ménos lejanos que no son sus verdaderos lugares de yacimiento y sobre los que se ven desparramados.

Tales depósitos simultáneos están en lo general caracterizados por la presencia del carbon, diseminado en las rocas ó reunidos en capas, escasas unas veces y de un espesor considerable, y otras muy numerosas y de poco espesor.

Esto supuesto, cuando la formacion carbonífera se ha depositado en grande escala y en las aguas marinas, los depósitos que forma se llaman *marinos*, y están sobrepuestos á la caliza carbonífera, que como se hizo observar, termina la formacion de transicion superior, y sirve naturalmente de lecho á las aguas en cuyo medio se efectuaron los depósitos sedimentarios.

Además de estos depósitos se conocen los llamados *lacustres*, cuya formacion se atribuye á depósitos sedimentarios que han tenido lugar en las aguas dulces, y están generalmente aislados en los terrenos de transicion no sepultados bajo las aguas marinas, sino elevados sobre ellas, y colocados, por lo mismo, fuera de su accion. Al primero de estos grupos pertenecen los criaderos del distrito de Acatlan, y al segundo los de Matamoros.

La diferencia de nivel entre unos y otros, pues la altura de los primeros varía entre 1,016 y 1,330, y la de los últimos entre 1,255 y 1,336, explica esta diferencia de criaderos, por lo que deben considerarse estos dos grupos como esencialmente distintos bajo el aspecto geológico.

Bajo el aspecto mineralógico, la clasificacion ofrece dificultades especiales, que provienen de la falta de una buena clasificacion de estos compuestos, y aun de términos castellanos adaptables á las clasificaciones extranjeras, á las que, los que emprendemos trabajos mineralógicos y geológicos, nos vemos en la triste necesidad de sujetarnos.

Hay, sin embargo, que hacer un esfuerzo en este sentido; y venciendo, en cuanto es posible, estas dificultades, emprender una clasificacion que permita formarse una idea de los combustibles estudiados.

La clasificacion más adaptable á nuestro idioma, es la del profesor Werner, adoptada por el Sr. del Rio, que voy á permitirme presentar, con la sinonimia empleada por el profesor de Freiberg, para hacer las referencias necesarias, con otras clasificaciones, que por estar más generalizadas en el extranjero, son más conocidas.

El ilustre profesor de nuestra Escuela de Minas presenta la siguiente clasificacion, aunque en grupos separados:

I. *Diamante.*	
II. *Carbon fósil.*	Holzkohle.
III. *Antracita.*	Concoidea-Glanzkohle. Apizarrada-Schiefrize-Glanzkohle. Carbon en barras-Stangenkohle.
IV. *Carbon negro*	C. de Pez-Pechkohle. C. de Cânnel-Kännelkohle. C. Apizarrado-Schieferkohle. C. Hojoso-Blätterkohle. C. Grueso-Grobkohle.
V. *Carbon pardo ó lignita..*	Betun madera-Bituminöus-holz. Carbon terroso-Erdkohle. Lignita comun-Gemeinen Braunkohle. L. Pantanosa-Trapezoidische Braunkohle. L. Papirácea-Papierkohle.
VI. *Turba.*	

En esta clasificacion, el diamante aparece como tipo del grupo del carbon; pero su presencia no está justificada tratándose de combustibles minerales.

El profesor Dufrénoy adopta la clasificacion siguiente:

I. *Antracita.*	
II. *Ulla*	U. Seca. U. Grasa. U. Magra.
III. *Lignita*..............	L. Piciforme, que se divide en comun y terrosa. y L. fibrosa, cuyas variedades son: L. compacta, L. fibrosa negra y L. fibrosa parda.
IV. *Turba.*	

El grupo IV de la primera clasificacion, corresponde al II de la segunda, y sólo en las subdivisiones se notan ligeras diferencias.

El profesor Le Play, que ha examinado los combustibles en sus aplicaciones industriales, considera una nueva division de la ulla, formada por aquella cuyos fragmentos se sueldan por la combustion y producen un coke esponjoso, y la designa con el nombre de *marechal*, para cuya voz no tiene equivalente nuestro idioma.

Yo creo que tomando por base la principal de sus aplicaciones, podria llamársele *ulla de forja*, puesto que es la más adecuada á los trabajos de forja. Así la designaré en este Informe cuando haya necesidad de mencionarla.

El profesor Burat, que tambien se ha ocupado de este asunto de una manera especial, establece para los combustibles la siguiente clasificacion:

I.—Antracita.
II.—Ulla antracitosa.
III.—Ulla de forja (*marechal*).
IV.—Ulla semigrasa.
V.—Ulla de gas.
VI.—Ulla magra flameante.

Por último, en Inglaterra se admiten las divisiones siguientes para la ulla de buena clase:

I.—Caking-coal.—Ulla pizarreña.
II.—Splint-coal.—Ulla fusible ó de forja.
III.—Chen-coal.—Ulla blanda.
IV.—Cannel-coal.—Ulla compacta.

La necesidad de que mis deducciones sean entendidas por los que están familiarizados con estas clasificaciones diversas, y la falta de una clasificacion especial, propia y adecuada, me ha hecho descender á esta digresion, en la que dejo además consignadas las bases para procurar se llene un vacío que hasta hoy sólo se nota en las investigaciones científicas, pero que dentro de poco tiempo se hará sentir en las transacciones mercantiles, en los usos económicos y en las aplicaciones industriales.

Tomando por base la clasificacion del Sr. del Rio, pasaré á

ocuparme de la clasificacion de los ejemplares recogidos en los criaderos mencionados, que acompaño en una coleccion separada.

Advertiré desde luego que en estas descripciones no figuran la composicion química ni el poder calorífico; tanto porque el objeto de ellas no es otro que el de clasificar los combustibles á que se refieren, cuanto porque su análisis forma la materia de un capítulo separado.

Núm. 1.—Carbon del criadero de «La Expectativa.» Color negro de terciopelo pasando á negro de pez. Lustroso, y en la textura principal resplandeciente, de lustre de cera: en la textura trasversal de centellante á mate, que por la raspadura adquiere algun lustre. Muy blando.

Peso específico, 1.060.

Se puede referir á la variedad llamada *carbon apizarrado*, ó *ulla pizarreña*, ó *caking-coal*, y puede emplearse directamente en el trabajo del fierro.

Está intercalado con la mica-pizarra, en la loma del Agua del Muerto, en terrenos de San Juan Epatlan, cuya altura absoluta es de 1,332 metros.

Núm 2.—Carbon del criadero de «El Corazon de María.» Color negro agrisado, presentando en algunos puntos pegaduras cuyo color es el negro de terciopelo.

De centellante á mate en la raspadura, poco lustroso, y en la textura reciente, lustroso, de lustre de cera.

Textura principal hojosa gruesa: la trasversal concoidea imperfecta.

Fragmentos agudos.

Muy blando: la raspadura produce un polvo más negro.

Tizna algo.

Presenta impresiones de helechos, muy confusas y por lo mismo indeterminables.

Peso específico, 1.120.

Pertenece al mismo grupo que el anterior.

Se encuentra en la arcilla que existe en la formacion del terreno en que se eleva el cerro de La Pastoría, en la vertiente N. cerca de la Barranca, 1,500 metros al N. O. de Tejaluca.

La altura absoluta de este criadero es de 1,336.50 metros.

Los ejemplares presentados son bastante impuros, pues la roca se halla interpuesta en la parte descubierta por las excavaciones.

NÚM. 3 — Carbon del criadero de « Guadalupe. » Perteneciendo estos ejemplares al mismo manto, de cuya region S. O. fueron recogidos, creo inútil reproducir la descripcion anterior, que es la que le corresponde.

La altura absoluta del punto en que las excavaciones fueron hechas es de 1,336 metros.

NÚM. 4.— Carbon del criadero de « San Francisco.»

Como el anterior, este criadero está sobre el mismo manto, en la region del N. O. La clase y descripcion de los ejemplares extraidos de él son las mismas.

La altura absoluta del centro de las excavaciones, es de 1,335.50 metros.

NÚM. 5.— Carbon de Limontla en Ahuatlan.

Color negro de terciopelo pasando ligeramente por un lado á negro de cuervo y por otro á negro agrisado.

En las caras lisas, resplandeciente: en las demas partes lustroso, de lustre de cera.

Textura compacta, encontrándose en ella las variedades de igual, concoidea y astillosa: esta última es tan fina que pasa á fibrosa.

Fragmentes agudos, que se aproximan á la forma cuboide.

Duro. Raspadura negra agrisada, y el polvo separado en ella, negro de terciopelo. Agrio.

No tizna.

Arde con llama azulada y extensa, sin desprendimiento de olor empireumático, y se hincha un poco al arder.

Su peso específico es de 1.256.

Segun estos caracteres, es una *ulla grasa de llama larga.*

Se encuentra sobre la arenisca, intercalada al granito.

La altura absoluta es de 1,255.70 metros.

NUM. 6.— Carbon de los criaderos de Tecomatlan.

Color negro de terciopelo, que por la raspadura ó por el roce se vuelve negro de pez.

Lustroso, de lustre de cera que tambien pierde en las mismas circunstancias, presentándose entónces de centellante á mate.

Por su estado de agregacion, aunque es sólido propiamente dicho, se desagrega con tal facilidad que pronto pasa á desmoronadizo.

Fragmentos romos. Textura compacta pasando á terrosa.

Muy blando. Agrio. Tizna mucho.

Su peso específico, 1.090.

Arde produciendo llama, desprendiendo gases y exhalando un olor empireumático.

Pertenece á la clase de *ulla grasa.*

Se encuentra sobre la arcilla apizarrada de la formacion descrita en su lugar, y alcanza el manto principal un espesor de 3 metros.

La altura absoluta média de los diferentes puntos en que el manto fué reconocido, es de 1,016.40 metros.

NÚM. 7.—Carbon de los criaderos de Olomatlan.

Siendo éste muy semejante al anterior, por pertenecer á la misma serie de mantos, solamente detallaré sus diferencias.

Su color siempre es el negro puro, sin que se encuentre modificado por alguna de sus variedades que alteran su pureza.

Lustroso, más que el anterior.

Textura hojosa curva, parcialmente concoidea.

Más compacto y duro que el anterior.

Peso específico, 1.110.

Es la misma clase.

Se encuentra sobre la arcilla que entra en la formacion de Olomatlan, descrita en la seccion geológica.

La altura absoluta es de 1,161.60 metros.

NÚM. 8.—Carbon del criadero de Chiltepin.

Su color es el negro terciopelo, que pasa al negro pardusco y aun al pardo musco; superficialmente está tomado por una película de un color amarillo, cuya variedad oscila entre el de cera y el de limon.

Su lustre, en las partes que presentan el primer color, es el resplandeciente ó lustroso de lustre de cera: en las que tienen el segundo, de centellante á mate, y mate en las partículas amarillas.

Compacto, frágil, fragmentos cúbicos.

Su textura principal es pizarreña; la trasversal, desigual y concoidea imperfecta.

Semiduro y algo frágil.

Peso específico, 1,363.

Cuando comienza á arder, desprende un olor empireumático, que no se percibe despues; durante el tiempo de la combustion, produce llama blanca.

Es una *ulla antracitosa* cuyo criadero está en el punto reconocido á la altura de 1,328.50 metros.

NÚM. 9.—Carbon del criadero de «La Peña de Ayuquila.»

Su color es el negro de pez pasando al negro agrisado, y en la textura reciente, negro de terciopelo.

A este color corresponde un lustre semi-metálico, y al primero, el lustroso, que es tanto ménos intenso, cuanto más claro es aquel: por su calidad, el lustre es de cera. Fragmentos pseudo-regulares, que se acercan á la forma cúbica.

Superficie lisa, y en algunos puntos rayada, presentando una notable semejanza con la estructura de algunos arbustos.

Textura: la principal hojosa, y la trasversal pizarreña.

Blando, poco agrio y algo quebradizo. No tizna.

Es bastante compacto y tiene ligeras pegaduras de pirita.

Su peso específico es de 1,307.

Al comenzar á arder decrepita, y con un fuego moderado ó poco sostenido, el color rojo que toma por su accion desaparece inmediatamente que aquella cesa, y desprende un olor empireumático. A un fuego sostenido, arde con llama blanca y extensa.

Es una ulla semejante á la anterior.

Su yacimiento es sobre la pizarra de la formacion descrita.

La altura absoluta es de 1,330.50 metros.

NÚM. 10.—Carbon del criadero de la Barranca de la Llave.

Negro pardusco, amarillento y agrisado: tomado en la superficie, del hierro pavonado y pecho de paloma. De lustroso á poco lustroso, de lustre de cera. En las partes tomadas, el lustre es de vidrio.

Textura hojosa imperfecta: fragmentos cúbicos.

Blando, agrio, no tizna y aumenta de lustre en la raspadura. Compacto.

Peso específico, 1,290.

Se hincha al arder.

Es una *ulla grasa.*

Su yacimiento sobre la arenisca.

La altura absoluta es de 1,156.80 metros.

Las descripciones que anteceden y las determinaciones que de ellas resultan, resuelven la primera de las cuestiones parciales, en que, como lo hice notar al principio, se puede considerar dividida la cuestion total.

En cuanto á la segunda, indiqué al mencionarla que es de un carácter minero, porque su solucion prepara, y aun pudiera decir, determina la naturaleza, el método y demas detalles relativos á la explotacion.

Por otra parte está muy relacionada con las condiciones geológicas del terreno, puesto que el primer carácter que se debe fijar en el exámen de este punto, es el que se desprende de las rocas que rodean al criadero.

Estas, como corresponde á los depósitos carboníferos, y se hizo ya notar, así en la parte geológica como en la estratigráfica, son de un orígen arenáceo; y aunque en algunas partes presenten bastante firmeza, su desagregacion, casi natural, es una consecuencia forzosa de su orígen.

Entre los elementos acompañantes del carbon, se encuentra en una abundancia extraordinaria, el fierro carbonatado litoide, cuya forma general es la de un elipsoide prolongado, en que el eje mayor es paralelo á las líneas de estratificacion.

La naturaleza particular de este mineral establece por sí sola una independencia bien notable entre él y las rocas que lo rodean; esta independencia constituye un principio de desagregacion, la que se encuentra reforzada con el peso que por corresponder á riñones muy voluminosos, es muy considerable.

El simple exámen litológico de los criaderos estudiados, deja ver la formacion de éstos, determinada por tres elementos de diferentes densidades: el carbon, cuya densidad es de poco más de 1; las rocas en que los mantos arman, que se puede valuar de 2 á 3, y el fierro que se acerca á 4.

Tales diferencias han tenido que influir en las condiciones de

yacimiento, sobre todo en los puntos en que se hicieron sentir de preferencia los efectos eruptivos del levantamiento que dió lugar á las montañas.

En efecto, siendo el yacimiento natural de la ulla el que corresponde á capas sepultadas entre dos formaciones sedimentarias sucesivas, los mantos que constituyen este combustible deberian estar en condiciones estratigráficas muy regulares, y tanto más, cuanto que las rocas adyacentes y elementos acompañantes tienen tan diferente densidad. Pero las resultantes de las fuerzas que obraron en el fenómeno eruptivo, diferentes en intensidad y en direccion, originaron las alteraciones que ahora se notan.

Así pues, puede decirse que el yacimiento de las capas reconocidas consiste en lechos que se formaron en el fondo de las aguas, alternados con rocas arenáceas, las que alternan á su vez con capas accidentadas por las alteraciones de la erupcion.

En cuanto al tercer punto, que es de un carácter estadístico, el número total de mantos reconocidos es de diez y ocho, distribuidos de la manera siguiente: en San Juan Epatlan 1; en Tejaluca 3; en Ahuatlan 2; en Tecomatlan 6; en Olomatlan 3; en Chiltepin 1; en la Peña de Ayuquila 1, y en la Barranca de la Llave 1.

De estos mantos, los seis primeros se hallan en el distrito de Matamoros Izúcar, y en el distrito de Acatlan los restantes.

Puede decirse que ninguno de ellos se ha explotado; pues aunque en los de Tecomatlan, Olomatlan y Peña de Ayuquila se han emprendido trabajos y extraido algunos frutos, tales trabajos están muy léjos de constituir una explotacion.

Para ésta, más que para la de las sustancias que se encuentran en criaderos regulares, se necesitan estudios previos, trabajos preliminares y métodos convenientemente elegidos, lo que hasta hoy tal vez ni se ha intentado, pues los trabajos se han reducido á atacar la roca en que se descubre el carbon, y arrancarlo cuando se ha descubierto.

Las excavaciones hechas con tal objeto, han servido, sin embargo, para formarse idea de los criaderos, y servirán de base para elegir, emprender y sistemar los métodos propios de una explotacion adecuada.

VI

Importancia de los diversos criaderos, su expectativa probable y condiciones de su explotacion.

Las consideraciones hechas en el estudio técnico que antecede, y los datos que en él quedan consignados, permiten abordar la cuestion presente, que en su simple enunciado descubre su carácter industrial.

La necesidad apremiante que comienza ya á sentirse del combustible mineral, y la abundancia con que éste se presenta en los criaderos reconocidos, no pueden dejar duda de su importancia; y en cuanto á su expectativa probable, es todavía ménos dudosa que su importancia actual.

La diminucion progresiva y rápida que está sufriendo el combustible vegetal, que es el que hasta ahora está atendiendo á todas las necesidades de la industria, y el aumento que en la misma proporcion van adquiriendo las aplicaciones del calórico, hacen prever que dentro de muy pocos años el combustible mineral sea el único que pueda emplearse para la produccion de aquel agente.

Para ese caso, que no está nada lejano, los ferrocarriles habrán adquirido nuevo ensanche, no sólo en las inmediaciones de dichos criaderos, sino hasta llegar á tocarlos: y entónces, siendo el lugar mismo de su produccion el de sus aplicaciones y su consumo, y disponiendo de un medio de trasporte tan económico y seguro, su valor aumentará de una manera prodigiosa y se hará sentir en todos los elementos de vida y de adelanto de que pueden disponer los pueblos de las inmediaciones.

Otra circunstancia que tiene que influir, y muy directamente, en el desarrollo de la exploracion de estos criaderos, presentándolos bajo más favorable expectativa, es la abundancia de fierro.

La importancia absoluta de este metal en todas las industrias, y particularmente en la ferrocarrilera, á la que ministra rieles, ruedas, émbolos, palancas, manezuelas, tubos, calderas, y tantas

y tantas piezas cuya sola enumeracion es extensísima, basta por sí sola para asegurar un porvenir brillante á su explotacion; y las ventajas de ésta suben de punto, por su contacto con los criaderos carboníferos.

En la explotacion de este combustible se tiene, sea cual fuere el método de explotacion adoptado, una cantidad de materia inútil, si no completamente, sí de poca estimacion en el mercado é inconveniente para el trasporte; la que se obtiene en el estado de polvo, y la que por su contacto con la roca, resulta cargada de impurezas.

Estas dos clases, con preparaciones insignificantes, se podrian emplear para unos hornos altos en que se efectuase el beneficio del fierro.

Como los costos de la explotacion sólo deben cargarse á la materia aprovechable, la que se acaba de considerar como inútil quedaria eliminada de todo gasto; de suerte que la alimentacion de los hornos de fierro resultaria muy económica.

Con el desarrollo de estas dos industrias que se favorecen recíprocamente, prestándose un auxilio mútuo, se podrian construir ferrocarriles sin necesidad de subvencion; lo que, descargando el presupuesto del ramo de Fomento de uno de sus egresos más considerables, le permitiria invertir esta partida á otros objetos de inmensa utilidad, que por falta de fondos no se atienden

Para expresar estas apreciaciones con el enérgico y persuasivo testimonio de los números, invocaré los datos conducentes.

En un estudio sobre el fierro y el carbon hecho por el Sr. J. T. Cuellar, publicado en «El Comercio del Valle» de Nueva York, en «La Voz del Pacífico» de Colima y en «El Minero Mexicano,» encuentro los datos siguientes:

		Por tonelada
Rieles de acero en Inglaterra: costo por término medio segun su peso	$	28 00
Idem en los Estados Unidos		31 00

COSTO DE RIELES EN MÉXICO.

Precio en Inglaterra	$	28 00
Flete á Veracruz		9 00
Desembarque		2 00
Flete á México segun tarifa		54 32
Suma	$	93 32

Costo de rieles en Celaya.

Hasta México	$	93	32
Flete de México á Celaya		30	00
Suma	$	123	32

Costo de rieles en San Luis Potosí.

En Inglaterra	$	28	00
Flete á Tampico		9	00
Desembarque		4	00
Flete á San Luis		60	00
Suma	$	101	00

Costo de rieles en Nueva York	$	31	00
Flete á Tampico		15	00
Desembarque		4	00
Flete á San Luis		60	00
Suma	$	110	00

La simple comparacion entre el costo de los rieles en el lugar en que se fabrican y el de nuestro país en que se emplean, basta para comprender la grande economía con que se tendria este artículo fabricado en el país; economía que resulta mayor, en el caso presente, atendidas las condiciones ventajosísimas de la fabricacion ya señaladas.

Para justificar la segunda parte del concepto enunciado, ó lo que es lo mismo, para conocer á cuánto monta la cantidad que el Ministerio economizaria, economizando las subvenciones, basta fijarse en el monto de éstas.

En un extenso y meditado estudio sobre los ferrocarriles en México, hecho por el Sr. Mariano Bárcena y publicado en el número 51 correspondiente al tomo VII de « El Minero Mexicano,» se encuentran los siguientes datos oficiales, consignados en un cuadro suscrito por el Gefe de la Seccion 3ª del Ministerio de Fomento.

El término medio de la subvencion por kilómetro, que se da en las concesiones hechas desde Agosto de 1877 hasta el 3 de Febrero del presente año, es de $ 7,666 66, y el número de kilómetros que las empresas deben construir en un año es de 887,55.

Así es que el desembolso anual causado por estas subvenciones será de $ 6.804,544, siendo la subvencion total de $ 93.454,000.

Estos elevados guarismos, que por su significacion natural representan un gasto, en el caso de que se pudieran suprimir representarian una economía; y la importancia de esta viene á reflejarse sobre la de los criaderos de carbon y de fierro, cuya explotacion la hace posible, poniendo en relieve las ventajas que por decirlo así caracterizan su expectativa probable.

Las condiciones de esta explotacion, aunque son variables para cada uno de los criaderos mencionados, examinadas á la luz de los numerosos detalles que caracterizan un laborío, apreciadas en su conjunto son unas mismas; y para considerarlas, conviene dividirlas en dos clases; las condiciones técnicas, y las condiciones económicas; pero estas últimas constituyen la materia de una cuestion especial, por lo que, reservando el tratarlas para el capítulo siguiente, sólo me ocuparé de las primeras.

Adoptando la division de trabajos acostumbrada en toda explotacion, en la que se consideran el tumbe, trasportes, extraccion, ventilacion, fortificacion y desagüe, examinaré en el caso presente, las condiciones que favorecen ó perjudican estas operaciones parciales.

Las rocas en que se encuentran los criaderos descritos, son bastante duras por su naturaleza, y por su orígen susceptibles de desagregarse con facilidad. La primera de estas condiciones es ventajosa; pues si bien es cierto que la perforacion de la roca se practica con alguna lentitud, hace por otra parte que la corona de los mantos disfrutados se desprenda con más facilidad y de una manera más completa, obteniéndose al mismo tiempo el carbon en mayor grado de pureza, por su menor agregacion con la roca. La segunda hace necesaria la fortificacion.

En cuanto al tumbe propiamente dicho, en los criaderos de Tecomatlan y Olomatlan lleva consigo pérdidas inevitables, á causa del estado desmoronadizo que se ha hecho notar en la descripcion de sus carbones, merced al cual se produce una cantidad relativamente fuerte de *cisco* y polvo; la que, aunque no sea del todo inútil, no debe afectarse con los gastos erogados, que sólo deben gravitar sobre los fragmentos grandes.

Del método de explotacion que se adopte, y del cuidado que se tenga en su ejecucion, dependerá que dicha proporcion se reduzca más ó ménos.

La capacidad del carbon de los otros criaderos, reduce esta pérdida hasta una fraccion inapreciable.

El trasporte interior, así como la extraccion, no pueden juzgarse *á priori*, porque dependen de la direccion, inclinacion, profundidad y regularidad de las excavaciones; y el trasporte exterior es el objeto de un capítulo especial.

La ventilacion natural es muy practicable, tanto por la configuracion particular del terreno en que los criaderos se encuentran, que por ser montañoso, presenta puntos á diferente nivel, cuanto por la disposicion que debe darse á los cañones de disfrute, que determinan una ventilacion parcial.

El desagüe es una operacion indispensable, y aunque la apertura de algunos socavones sea posible, tales obras son insuficientes vista la poca profundidad que habilitan: así es que el establecimiento de una máquina de vapor es el medio más adecuado.

Como se ve, todas las operaciones que constituyen la explotacion son practicables; las dificultades que en la ejecucion de algunas de ellas se presenten, no son invencibles, pudiéndose por lo mismo declarar que, para su explotacion, los criaderos mencionados están en condiciones propicias.

Conviene advertir que los gastos necesarios para la ejecucion de algunas de las obras indicadas, no se deben erogar desde luego; y cuando llegue el caso, el conocimiento que por los trabajos anteriores se haya adquirido de los criaderos, permitirá obrar con la cordura que exige una prudente economía, y con el acierto que debe presidir todas las determinaciones que se tomen en una empresa de la naturaleza é importancia que distingue á todas las industrias, y que caracteriza muy especialmente la explotacion de minas.

VII

Elementos con que se cuenta para ésta (la explotacion); medios de adquirir los que falten; ventajas é inconvenientes que se presentan para su desarrollo.

Sean cuales fueren la naturaleza de los criaderos que se trate de explotar y los métodos elegidos para efectuar la explotacion, ésta consiste en una serie de excavaciones dispuestas de tal manera, que se puedan extraer de su seno los frutos que contienen, pudiendo transitarse por ellas con comodidad y sin peligro, y habitarlas sin perjuicio ni dificultad.

Lo primero, pues, que se necesita para llenar estas condiciones, es el fierro; y este elemento tan esencial, se tiene en abundancia, no sólo para la construccion de la herramienta, sino para más extensas é importantes aplicaciones.

El deterioro que sufre la herramienta con el uso diario, que es tanto mayor cuanto más dura es la roca en que se abren las excavaciones, exige una reparacion continua por la que se empalman unas piezas, se calzan otras, se aguzan las más, y esto exige el empleo del combustible que ha de alimentar la fragua en que tales operaciones se ejecutan: la naturaleza de los criaderos hace que dicho combustible se tenga en la abundancia y en las condiciones deseables.

Para la seguridad de las excavaciones y para disponer económicamente el tumbe de los tramos disfrutados, se tiene necesidad de madera: ésta existe cerca de los criaderos, aunque no en todos en el mismo grado de abundancia. En Tecomatlan, por ejemplo, escasea algo; pero en Olomatlan abunda; y podria trasportarse de este punto á aquel, aprovechando la corriente del rio, cuyo medio de trasporte es tan económico.

La proximidad á poblaciones donde no faltan recursos, y á terrenos donde se sostiene la agricultura, es una garantía de que no han de faltar los abastos y medios de subsistencia de los trabaja-

dores; y la proximidad de los rios proporciona el agua necesaria para los usos metalúrgicos.

Nada, pues, falta para hacer cómoda y barata la explotacion; y en cuanto á los elementos que pueden influir, y de hecho influyen en su desarrollo, hay uno que sobre todos debe fijar la atencion, y que en mi concepto debe decidir de la vida ó la muerte de una empresa, que examinada á la luz de consideraciones de otro género, se presenta bajo tan halagadora perspectiva.

Por grande que sea la importancia de un objeto cualquiera, ésta no se hace sentir, sino en el punto de sus aplicaciones; y el combustible, por lo mismo, no tiene todo el valor de que es capaz en el centro de su produccion, sino en los lugares de su consumo.

La facilidad de su trasporte del uno á los otros, es el medio más eficaz que se presenta para su desarrollo; y siendo el exámen de este medio el objeto especial de una de las cuestiones propuestas, reservaré su estudio para cuando llegue á ésta su vez.

Me limitaré á hacer notar por ahora que, bajo este aspecto, cada uno de los criaderos comprendidos en este estudio, está colocado en circunstancias especiales, y todos ellos en condiciones diferentes.

VIII

Número, posicion y espesor de cada una de las capas de carbon de piedra que presenten los criaderos; extension de éstos; análisis de las diversas especies de combustibles minerales.

Saltan á la vista los inconvenientes que se presentan para resolver, en los términos tan absolutos en que están propuestas, las dos primeras de las cuestiones enunciadas.

En un reconocimiento de la naturaleza del que la Secretaría del digno cargo de vd. se sirvió confiarme, me debí limitar á adquirir la certidumbre de la existencia del carbon, á la que pude llegar por el descubrimiento de un manto: para determinar el

número de los que contienen los criaderos, tal vez no basten los extensos trabajos de una Compañía que emprenda la explotacion en grande escala, durante algunos años; para conocer su extension habria que hacer muchas y muy costosas y dilatadas excavaciones en los puntos en que *sin datos ciertos* se creyera encontrar el límite; y para su espesor, abrir pozos que los atravesaran desde la corona hasta el plan.

No siendo posible la ejecucion de estos trabajos, que no están en armonía con la índole de mi comision ni con la mente y fines de ese Ministerio, tomaré dichas cuestiones en el sentido relativo en que sea practicable su resolucion.

Respecto del número de los mantos reconocidos, en el cap. V manifesté que llegaban á diez y ocho, indicando su distribucion: por su posicion, están más ó ménos inclinados, si bien su posicion normal es la horizontal, que le corresponde por sus condiciones estratigráficas; y en cuanto á la extension total de la zona carbonífera, puede apreciarse en veinte leguas cuadradas la del Distrito de Matamoros y sesenta la del Distrito de Acatlan.

Entrando ya á la parte esencial del estudio de los combustibles, esto es, á su análisis, no siendo del resorte de este trabajo la ejecucion de un análisis mediato, es decir, que comprenda la naturaleza y proporcion de sus principios elementales, haré notar, como datos comunes á los combustibles minerales, que éstos se componen de carbon, hidrógeno y oxígeno, y algunas veces azoe, como principios esenciales; que la proporcion en que entran estos elementos, es susceptible de variar indefinidamente, pero siempre en límites tales, que el carbon esté en cantidad suficiente para formar ácido carbónico, y el hidrógeno en la necesaria para formar agua con el oxígeno; y que además de estas sustancias, hay otras accidentales, que en la combustion constituyen las cenizas, en cuya composicion domina la arcilla en los combustibles minerales.

En los análisis que he practicado, y que voy á presentar, he determinado solamente la cantidad de carbon, cenizas y materias volátiles, así como su poder calorífico, haciendo constar los fenómenos particulares que presentan en la combustion.

Para no entrar en detalles inconducentes, diré tansolo que

para este trabajo he seguido el método del profesor Berthier, sirviéndome, para calcular el poder calorífico, del plomo reducido del litargirio por el carbon contenido; y tomando para el poder calorífico del carbon puro, el factor 7833 dado por Claudel.

Hechas estas observaciones preliminares, paso á presentar el resultado de los análisis.

NÚMERO 1.

CARBON DE «LA EXPECTATIVA.»

Carbon	8. 00
Materias volátiles	1. 00
Cenizas	91. 00
	100. 00
Plomo reducido del litargirio	2. 79
Carbon equivalente	0. 0803
Poder calorífico	629.
Carbon equivalente á las materias volátiles	0. 025*

NÚMERO 2.

CARBON DE «EL CORAZON DE MARÍA.»

Carbon	43. 00
Materias volátiles	16. 40
Cenizas	40. 60
	100. 00
Plomo reducido del litargirio	20. 60
Carbon equivalente	0. 600
Poder calorífico	4, 700
Carbon equivalente á las materias volátiles	0. 17

NÚMERO 3.

CARBON DE «GUADALUPE.»

Carbon	40. 78
Materias volátiles	15. 25
Cenizas	43. 97
	100. 00
Plomo reducido del litargirio	18. 75
Carbon equivalente	0. 541
Poder calorífico	4, 238
Carbon equivalente á las materias volátiles	0. 141

(*) Este carbon recogido de la superficie, está íntimamente mezclado á la roca; y sólo presento su análisis para no truncar el estudio; mas esta composicion no es la que le corresponderá cuando esté aislado.

NÚMERO 4.

CARBON DE «SAN FRANCISCO.»

Carbon	42. 25
Materias volátiles	13. 63
Cenizas	44. 12
	100. 00
Plomo reducido del litargirio	20. 20
Carbon equivalente	0. 600
Poder calorífico	4, 700
Carbon equivalente á las materias volátiles	0. 180

NÚMERO 5.

CARBON DE LIMONTLA.

Carbon	81. 00
Materias volátiles	2. 00
Cenizas	17. 00
	100. 00
Plomo reducido del litargirio	28. 40
Carbon equivalente	0. 817
Poder calorífico	6, 400
Carbon equivalente á las materias volátiles	0. 007

NÚMERO 6.

CARBON DE TECOMATLAN.

Carbon	66. 00
Materias volátiles	19. 00
Cenizas	15. 00
	100. 00
Plomo reducido del litargirio	26. 10
Carbon equivalente	0. 753
Poder calorífico	5, 898
Carbon equivalente á las materias volátiles	0. 093

NÚMERO 7.

CARBON DE OLOMATLAN.

Carbon	50. 00
Materias volátiles	9. 00
Cenizas	41. 00
	100. 00
Plomo reducido del litargirio	19. 25
Carbon equivalente	0. 555
Poder calorífico	4, 347
Carbon equivalente á las materias volátiles	0. 055

NÚMERO 8.

CARBON DE CHILTEPIN.

Carbon	62. 00
Materias volátiles	31. 00
Cenizas	7. 00
	100. 00
Plomo reducido del litargirio	23. 55
Carbon equivalente	0. 679
Poder calorífico	5318, 61
Carbon equivalente á las materias volátiles	0. 059

NÚMERO 9.

CARBON DE «LA PEÑA DE AYUQUILA.»

Carbon	76. 00
Materias volátiles	14. 00
Cenizas	10. 00
	100. 00
Plomo reducido del litargirio	26. 80
Carbon equivalente	0. 773
Poder calorífico	6, 093
Carbon equivalente á las materias volátiles	0. 13

Otros tres ensayes dieron resultados algo diferentes, cuyo promedio fué de 67 por 100 de carbon, y un poder calorífico de 5,366.

NÚMERO 10.

CARBON DE LA BARRANCA DE «LA LLAVE.»

Carbon	60. 70
Materias volátiles	21. 50
Cenizas	17. 80
	100. 00
Plomo reducido del litargirio	22. 70
Carbon equivalente	0. 655
Poder calorífico	5130, 62
Carbon equivalente á las materias volátiles	0. 48

IX

Medios de trasporte á los principales lugares de consumo, ó á los puntos que pudieran servir de depósito para la exportacion del combustible. Precios que sacaria la tonelada en unos y otros, y circunstancias que pudieran hacer ventajosa la explotacion de los criaderos.

El exámen de la primera parte de la cuestion propuesta, viene á reanudar la que en el capítulo VII quedó pendiente, sobre las ventajas é inconvenientes que se presentan para el desarrollo de la explotacion de los criaderos; pues como allí se hizo notar, la facilidad en el trasporte es el principal elemento con que debe contarse para que la explotacion resulte costeable y ventajosa.

Como se comprende fácilmente, los medios de trasporte dependen de la distancia y de la naturaleza del camino, y estos factores tienen que cambiar en cada uno de los criaderos.

En el de «La Expectativa,» que por su posicion es el más ventajoso, sólo dista tres y media leguas de Matamoros. En la actualidad el trasporte sólo es posible á lomo de mula; pues aunque con un pequeño costo el camino puede hacerse carretero, no lo es todavía, y las consideraciones deben fundarse en las circunstancias presentes.

Lo mismo puede decirse de los de Tejaluca y Ahuatlan; con la advertencia de que éstos se podrian llevar directamente á Puebla ó bien á Tepeojuma, que está de esa capital cuatro leguas más cerca que Matamoros.

Para este último punto se tomaria el camino que párte de Epatlan por San Miguel de Ayotla.

En cuanto á los criaderos de Acatlan, están en condiciones más desventajosas por ser mayor la distancia, y por mediar el rio Poblano, que en la estacion de las lluvias intercepta el camino.

Este pasa por las poblaciones de Tlascuapa, Tecuautitlan, Piaxtla, Chinantla, Tehuicingo, Tuzantlan, á la salida del cual se en-

cuentra el rio Poblano; Las Piletas, ranchos de Tepetzeco y las Palmas, Colucan, Puctla y Matamoros, teniendo en su desarrollo una longitud total de 22 leguas.

Esta distancia por sí sola no seria un grave inconveniente para el trasporte, pues con un costo relativamente corto, el camino se haria carretero; pero la presencia del rio hace necesaria la construccion de un puente.

La Compañía que en 1876 se habia organizado para explotar el carbon de los criaderos de Tecomatlan, trazó un camino, y su trazo se ve en el croquis adjunto.

La influencia que tiene esta distancia sobre el desarrollo de la explotacion de los criaderos afectados por ella, se pondrá en relieve por las consideraciones que paso á exponer, para fijar el precio que sacará la tonelada de carbon puesta en el centro de consumo más inmediato, que en la actualidad es Puebla.

Esta cuestion puede considerarse como una de las principales, por afectar en su parte industrial el asunto á que se refiere, y necesitar para su resolucion el conocimiento de tres factores esenciales: 1º, el costo de extraccion; 2º, el costo de trasporte del criadero al centro de consumo ó depósito, y 3º, la utilidad natural del explotador.

Necesitando todos estos factores consignarse como resultado de un estudio especial, me ocuparé de cada uno de ellos separadamente.

Pero ántes advertiré que voy á concretar á un criadero determinado mis consideraciones, las que en cierta parte son generales, reservándome el hacer en los otros criaderos las salvedades correspondientes; y elegiré el de Tecomatlan, por ser el en que más se hace sentir el factor de la distancia.

1.—Costo de la extraccion.

El costo de la extraccion de un mineral cualquiera, lo constituye el conjunto de los costos causados por cada una de las operaciones que hay necesidad de efectuar para conseguirla.

Dichas operaciones, consideradas de una manera general en los trabajos mineros, son, como en otro lugar se ha dicho, las si-

guientes, que se dividen en dos clases: las de disfrute y las auxiliares, siendo las primeras: 1, el *arranque* ó *tumbe;* 2, el trasporte interior, y 3, la extraccion propiamente dicha: y las segundas: 4, la fortificacion; 5, la ventilacion, y 6, el desagüe.

En el estado actual de los criaderos, las operaciones 2 y 3 pueden reducirse á una sola; tanto por la poca extension que siempre tiene una mina que comienza, cuanto por las condiciones especiales de su laborío; y respecto de la ventilacion, puede considerarse en las obras de disfrute, si se atiende á la disposicion que debe darse á las excavaciones.

La circunstancia de no haberse trabajado estos criaderos, sino limitándose á arrancar el carbon casi sólo superficialmente, si guiendo los accidentes del manto, y por un número muy reducido de operarios, hace que no se haya podido tomar con exactitud ni un solo dato; de suerte que todos los que necesite para fundar mi opinion, me veo en el caso de tener que deducirlos de los elementos observados, y la circunstancia de ser indirectos tiene que hacerlos aparecer como inexactos.

Para hacer esta deduccion me serviré de los casos análogos que tienen lugar en nuestros trabajos mineros, y de los resultados obtenidos en esta misma explotacion en las minas carboníferas de Europa.

Como se ha visto por los datos presentados en el lugar correspondiente, los mantos varían en su espesor, inclinacion y condiciones geognósticas, por haber participado de las alteraciones producidas en los puntos en que tienen su yacimiento, al producirse el fenómeno de la erupcion que dió orígen á las montañas. Pero fijándose en la parte esencial, se descubre un manto de cerca de cuatro metros de espesor, poco inclinado y en un panino resistente.

Este conjunto de circunstancias deberia decidir la explotacion por el método de *derrumbes rápidos*, en que las ventajas serán más notables y los inconvenientes ménos sensibles; pero la poca solidez del carbon hace preferible el de *retaques por secciones inclinadas;* y suponiéndolo adoptado, examinaré los resultados obtenidos por él.

Suponiendo como dimensiones médias una pendiente de 0.20

y un espesor de 4 metros, los cañones preparatorios podrian distar entre sí de 10 á 12 metros, dando 8 metros á los pozos de comunicacion de dos niveles contiguos.

Bajo estas condiciones, que me parecen las más probables, y que en el terreno de las hipótesis en que las circunstancias me colocan, me veo en la necesidad de admitir, la masa por extraer en la apertura del cañon y en el tumbe de la labor preparada, estará en relacion de 1:9, y el producto obtenido en el primer trabajo por un operario, será de 2.50 á 4.00 toneladas.

No todo este producto es igualmente aprovechable, pues una parte del carbon sale reducido á polvo.

Segun los resultados obtenidos en los trabajos que se practicaron á mi vista en los mantos de Olomatlan, la relacion de este último con el carbon en fragmentos útiles, es de 60 á 40 por 100; y cuando los trabajos adquieran más desarrollo, se puede suponer que en estos dos estados se producirá el carbon en partes iguales; así es que el producto obtenido por un operario será de 2 toneladas de carbon sólido, y 2 de carbon en polvo ó en cisco.

Como en este último estado tambien se puede aprovechar, fabricando ladrillos de dimensiones determinadas, lo tomaré en consideracion para la referencia de los gastos.

El jornal diario de un barretero es de 50 centavos, y este será el costo de tumbe, correspondiente á 4 toneladas, costando por lo mismo 1 tonelada 12½ centavos.

Respecto del trasporte interior y la extraccion, cuyas operaciones, como ya se ha dicho, se reducen á una sola, se puede calcular, por el empleo de carretillas de mano, en 25 centavos por tonelada.

En otro tanto puede apreciarse la fortificacion, vistas las condiciones del terreno y el precio de la madera.

En cuanto al desagüe, no lo tomaré en consideracion, pues en el estado actual, no es una operacion todavía necesaria; y cuando lo sea, su costo dependerá del medio empleado, el cual, siendo bien entendido, afectará la tonelada de este producto en una relacion insignificante.

Así pues, el costo de extraccion de 1 tonelada de carbon, resulta formado como sigue:

Tumbe	$ 0 12
Trasporte y extraccion	0 25
Fortificacion	0 25
Total	$ 0 62

Tal es aproximadamente el costo de una tonelada de carbon puesta en la boca de la mina.

Tengo á la vista unos cuadros referentes á la explotacion de la ulla en Monceau-les-mines en Francia, en los que aparece este mismo costo representado por 3.78 francos.

Este costo es, como se ve, insignificante; y por mucho que se gravara con el tercero de los factores mencionados al principio, quedaria excesivamente corto. Pero el segundo de dichos factores conduce á una deduccion contraria, como lo vamos á ver en seguida.

2.—Costo del trasporte.

Algunos de los puntos que en los capítulos anteriores quedan consignados, hacen comprender los medios de trasporte usados en la localidad á que me refiero; y miéntras estos medios no estén modificados, ellos son los que debo tomar como base de mis apreciaciones.

El trasporte, como se ha dicho, sólo se puede hacer en bestias de carga, siendo los burros los que de preferencia se usan, y casi exclusivamente.

Para el flete se acostumbra cobrar 12½ centavos diarios por cada burro, comprendiendo el regreso, y además las pasturas y el jornal del arriero. Los gastos de alijo son de cuenta de éste, con excepcion del envase, que no se considera por ser un gasto que se hace sólo una vez.

La carga máxima de un burro es de 8 arrobas, y el tiempo que tarda de Tecomatlan á Matamoros es de dos dias, y otros dos de regreso; de suerte que el costo de 8 arrobas comprendiendo el valor de la pastura, que se aprecia en 10 centavos diarios, es de 90 centavos, sin incluir el jornal de los arrieros, que es de 31 centavos para el arriero y 25 para el ayudante.

Estos dos hombres pueden cuidar 10 burros; su jornal, en los

cuatro dias del viaje, es de $2 24; correspondiendo á cada burro 22.40 centavos.

Esto supuesto, el costo del trasporte de 8 arrobas es de 1. 124 pesos distribuidos de la manera siguiente:

Alquiler de un burro en un dia		$ 0 125
Pasturas de un burro en un dia		0 100
Total gasto de un burro en un dia		$ 0 225
Idem en cuatro dias		0 900
Jornal diario de un arriero	$ 0 31	
Idem de un ayudante	0 25	
Jornal por diez burros en un dia	0 56	
Idem idem en cuatro dias	2 24	
Corresponde á un burro	0 224	0 224
Costo por un burro, ó sea por trasporte de ocho arrobas		$ 1 124
Costo de trasporte de una tonelada		11 25

Este costo se podria reducir empleando mulas que se cargan con 12 arrobas; cuyo aumento, reduciendo el costo en la relacion de 3: 2, haria bajar éste á $7 50 ó más exactamente á 8 pesos, por el aumento en el valor de la pastura.

Para los otros criaderos, el flete disminuirá en proporcion de la distancia.

De Matamoros á Puebla, que en la actualidad es el centro más inmediato de consumo, el trasporte se puede hacer en carros; y aunque el flete acostumbrado es algo crecido, se puede reducir, sea por contrato de carros especiales, sea por el establecimiento de trenes propios, con lo que vendria á ser el flete de 8 pesos.

El flete total de Tecomatlan á Puebla, será de 16 pesos.

La segunda parte del camino se podria hacer con más economía, si los trabajos de la via férrea que se está construyendo entre Puebla y Matamoros se hicieran partir á la vez de este punto, en cuyo caso, éste vendria á ser el centro de consumo.

3.—Utilidad en la explotacion.

En las consideraciones que anteceden no se ha hecho figurar el capital invertido en la explotacion, que variará con la extension que se dé á los trabajos, y con el grado de perfeccion á que se lleven los procedimientos.

Es verdad que miéntras más extensos sean aquellos y más perfectos sean éstos, será mayor el capital que se invierta; pero tambien lo es que entónces la extraccion será mayor y las economías serán más apreciables, y reducirán notablemente el precio de costo.

Así pues, haciendo abstraccion de este factor variable y dudoso, cuyo rédito debe constituir el dato que se busca, referiré la utilidad al costo, qué vendrá á ser el representante del capital.

Para tener un factor que sirva de base á estas consideraciones, recordaré que el trabajo diario de un obrero está representado por 4 toneladas.

Suponiendo la escala de los trabajos, en la que es capaz de imprimir á éstos el concurso de veinte obreros (sin contar los ademadores, bomberos, peones, etc.), el resultado de estos trabajos estará representado por 80 toneladas al dia, ó sean 480 á la semana, y 24,960 al año.

Siendo el costo de una tonelada de 62 centavos, el de las 24,960 será de 15,600 pesos, á cuya cantidad hay que agregar el costo del desagüe, que se puede apreciar en 1,400 pesos, vista la baratura del combustible, y los de administracion que se pueden valuar en 5,000; por lo que el costo efectivo será de 22,000 pesos.

A la realizacion de la mercancía que con esta cantidad se ha obtenido, debe procurar sacarse el capital gastado y su rédito; suponiendo éste en el 12 por 100, equivaldria á 2,640 pesos.

A este valor hay que agregar el rédito del capital invertido en maquinaria, herramienta, etc., que se puede estimar en 40,000 pesos; cuyo rédito, al mismo tipo, será de 4,800 pesos, lo que hará un total de 7,440 pesos.

Esta cantidad, unida á los 22,000 pesos anteriores, es la que debe producir la venta del carbon extraido, que será, segun esto, de 31,440 pesos, correspondiendo á cada tonelada $ 1.25; y quitando el costo de la extraccion, que figura aparte, la diferencia de 63 centavos será la utilidad efectiva.

Así pues, el costo total de la tonelada de carbon puesta en Puebla, que, como se ha dicho, es el punto más inmediato en que puede venderse ó aplicarse, es de 17.25 pesos, distribuidos como sigue:

Extraccion	$ 0 62
Trasporte	16 00
Utilidad	0 63
Costo total de la tonelada en Puebla	$ 17 25

Este costo es verdaderamente exagerado, y si no fuera susceptible de disminuirse, el criadero á que pertenece el carbon á que se refiere, no deberia explotarse; pero tal diminucion es, no solamente posible, sino muy practicable.

En efecto, como se ve por la exposicion que acaba de hacerse, la mayor de las partidas que forman este total, es el trasporte, que forzosamente debe reducirse, pues siendo la aplicacion del combustible mineral un negocio de verdadero interes en el porvenir de la industria, en cuanto á que debe decidir, no sólo su desarrollo, sino su sostenimiento; y estando estos criaderos en una zona tan atravesada por vias férreas, el establecimiento de ramales hasta ellos es una necesidad que pronto tiene que satisfacerse, con tanta más razon, cuanto que la construccion de dichos ramales no presenta dificultades dignas de este nombre.

Construida una via hasta Tecomatlan, el trasporte se reduciria á 2 centavos por kilómetro, siendo el costo de trasporte en los 150 kilómetros que hay hasta Puebla, de 3 pesos, resultando el precio á 4.25 pesos; y eliminando el cisco, no obstante que se puede aprovechar mezclado en forma de adobes, el precio seria de 4.87 pesos.

El de los otros criaderos resultará más barato; pero efectuándose las diferencias en un factor tan pequeño, vendrán á ser poco sensibles.

Para poder apreciar el valor que tiene este guarismo, es necesario entrar en algunas consideraciones técnicas.

Recordando que la caloría es la cantidad de calor que se necesita para elevar primero la temperatura de un kilógramo de agua, el poder calorífico de la madera comun á 0.25 de humedad, es 3,000; y el promedio de los combustibles examinados es 5,219, por lo que dichos factores están en la relacion de 3 á 5.

De esto resulta que una tonelada de carbon mineral tiene por equivalente 2 toneladas de leña próximamente.

Establecida esta relacion, se puede determinar el precio que debe tener el carbon, para que iguale al precio de la cantidad equivalente de leña.

Conviene advertir que los datos de que voy á servirme para esto, no son sino aproximados; y no pueden tener otro carácter, puesto que el precio de la leña se refiere á una unidad de volúmen, y para la comparacion establecida es necesario referirla á una unidad de peso; y esta referencia no puede ser exacta, porque el peso de un volúmen determinado de leña depende de la densidad de ésta, de su estado higrométrico, de la longitud y espesor de las rajas, del modo con que están colocadas y de otras circunstancias que varian en cada caso: así es que tendré que aceptar promedios de factores variables.

Entre los diferentes que he podido proporcionarme, daré la preferencia á los que están designados en el Informe que ante la Secretaría del digno cargo de vd. rindió el Ingeniero Inspector de Ferrocarriles D. Lorenzo Perez Castro, el 19 de Enero de 1878; pues además de que los datos consignados en este documento son oficiales, se hallan garantizados con una firma respetable, y están tomados de fuentes autorizadas y seguras.

El zontle de leña, cuyo peso es próximamente de una tonelada, vale en esta capital 9 pesos.

Pero en este precio están comprendidos el costo efectivo de la leña y los derechos que la gravan á su paso por la garita.

El precio de este artículo cambia, pues, segun el punto de su consumo, y así se ve que en Ometusco el precio de la cuerda de leña ha sido de 5 pesos; en Apam, de 4.50; en Soltepec, de 5; en Boca del Monte, de 2.

Ahora bien; como estas apreciaciones deben referirse al centro de consumo del carbon, que es Puebla, segun lo expuesto ántes, tomaré el costo en este punto, que es de 5 pesos, y equivale á $3.34 zontle, ó sea la tonelada.

Como el poder calorífico del carbon de Tecomatlan, que es el que se ha tomado como término de comparacion, es de 5,898 calorías, resulta que la cantidad de calor desarrollada por una tonelada, será de 5.426,160 calorías, y la desarrollada por una tonelada de leña, será de 2.760,000. Es decir, que para producir la

misma cantidad de calor que el carbon, se necesitarian 1808.72 kilógramos, ó sean próximamente 2 toneladas de leña, que representan un valor de 6.68 pesos.

En las circunstancias actuales, el empleo de la leña resulta más económico; pero en las en que debe encontrarse el carbon, cuando el trasporte se haga en ferrocarril, lo será sin duda el carbon, puesto que, segun lo dicho ántes, la tonelada sólo tendrá de costo 4.87 pesos, siendo así que el de la leña equivalente es de 6.68, cuyo guarismo, por razon natural, irá aumentando con el tiempo.

En vista de la diferencia observada, podria la Empresa explotadora del carbon aumentar el precio de éste hasta igualarlo con el de la leña equivalente, con lo que aumentaria su utilidad en términos considerables.

La explotacion de los criaderos carboníferos está, pues, favorecida por todas las condiciones que la rodean, y se presenta para el porvenir bajo una perspectiva halagadora y bajo más de un aspecto interesante.

X

Formacion de colecciones de las rocas, fósiles y combustibles minerales que se encuentran en los lugares explorados.

La prescripcion contenida en la última de las instrucciones á que vd. se sirvió disponer que sujetara este estudio, la considero cumplida en los tres catálogos que van á continuacion, y se refieren á las colecciones geológicas de los tres distritos recorridos y á la de los combustibles encontrados; cuyos ejemplares, en número de 357, clasificados y ordenados, acompaño á este Informe, y se ha tenido ocasion de citar en diversos lugares de él.

De este número total, 300 ejemplares son de rocas, y pertenecen: al distrito de Matamoros, 152; al de Acatlan, 78, y al de Chiautla 70; los 57 restantes son carbones pertenecientes á los criaderos de los diferentes distritos.

CATÁLOGO de las rocas recogidas en la exploracion de los terrenos carboníferos de Puebla, y que forman la coleccion adjunta

NÚMERO 1.

Distrito de Matamoros.

Núm. de órden	Clasificacion de las rocas y localidad	Núm. de ejemplares
1	Caliza compacta, con hilos de espato calizo de la cañada del Amate....	1
1 bis	Caliza compacta con pegaduras de espato calizo de la misma cañada....	1
2	Mica-pizarra homogénea de la Municipalidad de Tejaluca	1
2 bis	Mica-pizarra homogénea, con pegaduras de cuarzo, de la misma Municipalidad....	1
3	Mica-pizarra en placas del piso de Tejaluca....	1
4	Idem idem del cerro Tepoxtepecatlahuc de Tejaluca....	1
4 bis	Mica-pizarra en placas del mismo cerro....	1
5	Idem idem del cerro de Texcalco al N. de Tejaluca....	2
5 bis	Idem idem adherentes del cerro de «La Pastoría,» al N.O. de Tejaluca....	2
6	Pizarra talcosa del piso de Tejaluca	1
7	Idem arcillosa de transicion del cerro de Papalo en Tejaluca..	2
8	Conglomerado cuarzoso sobrepuesto á la pizarra en Tehuitzo..	1
8 bis	Idem idem de la cima del cerro de «La Pastoría»....	1
9	Pizarra arcillosa que atraviesa la mica-pizarra en el cerro de «La Pastoría»....	1
10	*Gneiss* teñido por el óxido de fierro y cubierto con hojillas de mica en contacto con la mica-pizarra del cerro de «La Pastoría».	1
11	Caliza incrustada á la masa del cerro de «La Pastoría»....	1
12	Fierro amarillo ocráceo, en barras, de la caliza de «La Pastoría»	1
13	Caliza con incrustaciones de cuarzo del cerro de «La Pastoría».	1
14	Conglomerado teñido por el óxido de fierro, con impresiones ferruginosas del mismo cerro....	1
15	Arcilla impregnada de carbon del criadero de «El Corazon de María»....	2
16	Psammita atravesada por hilos de carbon en la cata de S. Francisco....	1
17	Conglomerado cuarzoso sobrepuesto á la roca anterior....	1
	A la vuelta....	26

	De la vuelta	26
18	Pizarra impregnada de carbon, de la cata de San Francisco	1
19	Idem idem de carbon, de Guadalupe	2
20	*Gneiss* de las inmediaciones del rancho de « El Rodeo » en Ahuatlan	1
21	Mica-pizarra de las inmediaciones de « El Rodeo » en Ahuatlan.	2
22	Idem rodada de la barranca de « El Rodeo » en Ahuatlan	1
23	Cuarzo impregnado de mica sobre la mica-pizarra de Ahuatlan.	1
23 bis	Idem idem de mica sobre la mica-pizarra de Ahuatlan	1
24	Idem graso en crestones sobre la mica-pizarra de Ahuatlan	1
25	Cuarcite incrustado en la mica-pizarra de Ahuatlan	1
26	Mica-pizarra de la entrada de Ahuatlan al N.O	3
27	Conglomerado sobrepuesto á la mica-pizarra de Ahuatlan	1
28	*Pouding* que alterna con el conglomerado en Ahuatlan	1
29	Pizarra compacta de textura igual, en Ahuatlan	1
30	Idem arcillosa de textura pizarreña en Ahuatlan	1
31	Idem idem fibrosa de la salida de Ahuatlan	1
32	Granito del cerro de Tenancuitlapil en la barranca de Limontla.	1
33	Arenisca que sirve de asiento al carbon en Tenancuitlapil	3
34	Idem con gruesas pegaduras de carbon del manto de Tenancuitlapil	3
35	Idem con carbon en masas del mismo manto	2
36	Granito con pegaduras de carbon en la cañada de los Limones.	1
37	Mica-pizarra impregnada de carbon, de la misma cañada	3
38	Pizarra arcillosa en fragmentos pseudo-prismáticos de los Guayabos	1
39	Conglomerado cuarzoso del cerro de los Guayabos en Tejaluca.	1
40	Idem complexo del cerro de S. Andrés al N.E. de Tejaluca	1
41	Asociacion del kaolin y el conglomerado en que arma, en el mismo cerro	1
41 bis	Kaolin con dendritas de manganeso, adherido al conglomerado.	2
42	Idem del criadero de San Andrés	1
42 bis	Idem con dendritas de manganeso	1
43	Idem en nódulos diseminados en la roca en que arma	1
44	Cuarcite que sirve de matriz al fierro en el cerro de Tepoxtepetl.	1
44 bis	Idem con masas de fierro oligista compacto	1
45	Fierro oligista compacto del cerro de Tepoxtepetl	14
46	Idem espático del criadero de Tepoxtepetl	1
47	Idem micáceo del mismo criadero	1
48	Cuarzo compacto en crestas, del cerro de Tepoxtepetl	2
49	Granito del mismo cerro, cerca del criadero	2
50	Caliza compacta impregnada de arcilla en el lindero con Chiautla	1
51	Idem sacarina del mismo punto	1
52	Idem concrecionada, impregnada de arcilla	1
53	Cuarzo compacto de la barranca de Tehuiztepec	1
	Al frente	93

	Del frente..................	93
54	Agata tosca de la misma barranca..........................	1
55	Cuarzo jaspe del mismo lugar...............................	1
56	Idem resinita de idem..	3
57	Pórfido feldespático de las cercanías de Tlazola..............	1
58	Idem idem del potrero de Tepexco..........................	1
59	Idem idem descompuesto, de la hacienda de Santa Clara.....	1
60	Cuarzo hialino y cristalizado, con tremolana del cerro de El Moreno..	1
61	Tremolana asbestosa adherida al granito del mismo cerro.....	5
62	Tremolana del mismo cerro...................................	2
63	Actínota del mismo..	2
64	Tremolana impregnada de óxido de fierro.....................	2
65	Fierro espejado del cerro de El Moreno......................	6
66	Hematita del mismo lugar....................................	1
67	Pizarra en que arma la veta argentífera de Tepexco..........	1
68	Rosicler, sobre su matriz y roca, de la misma veta...........	2
69	Caliza compacta gris de Calmeca............................	1
70	Creta de la cuesta de Ballinas..............................	1
71	Pizarra arcillosa de la cuesta de Rijo........................	2
72	Pórfido feldespático del cerro de los Guajolotes..............	2
73	Idem idem de los cerros del Ojo de la Luz....................	2
74	Caliza compacto-terrosa de Amatitlan........................	1
75	Idem blanca del cerro del Calvario en Matamoros............	1
76	Cuarzo mezclado á la caliza del cerro del Calvario...........	2
77	Caliza blanca del pueblo de Colucan.........................	1
78	Idem compacta gris, atravesada por hilos de cuarzo de la cuesta de La Palma..	1
78 bis	Caliza compacta gris con incrustaciones de cuarzo............	1
79	Roca porfídica del monolito de Puctla.........................	1
79 bis	Idem idem del monolito de Colucan............................	1
80	Pórfido impregnado de cuarzo, de la barranca de Petzeco.....	1
81	Caliza metamórfica del cerro de Petzeco......................	1
82	Revestimiento de cuarzo sobre la caliza rodada de Petzeco....	2
83	Pizarra arcillosa de la loma del Agua del Muerto en Epatlan..	1
84	Pizarra compacta sobrepuesta á la anterior..................	1
85	Idem idem metamórfica teñida por el fierro..................	1
86	Mica-pizarra con pegaduras de carbon del criadero de La Expectativa en la loma del Agua del Muerto......................	5
	Total de ejemplares de la coleccion de Matamoros..	152

NÚMERO 2.

Distrito de Acatlan.

1	Pizarra arcillosa de la formacion de Chinantla................	1
2	Mica-pizarra de Tecomatlan..................................	5
	A la vuelta..................	6

	De la vuelta.................	6
3	Conglomerado, tipo de la formacion de Tecomatlan...........	1
4	Arenisca apizarrada con mica, subyacente al conglomerado...	2
5	Pizarra arcillosa de textura pizarreña, debajo de la anterior..	1
6	Idem idem de textura compacta, debajo de la anterior........	1
7	Idem idem arriñonada, en las mismas condiciones............	1
8	Mica-pizarra subyacente á la anterior......................	1
9	Caliza del carbon en Tecomatlan..........................	1
10	Pórfido feldespático con incrustaciones de carbon en idem.....	1
11	Fierro carbonatado litoide de la formacion corbonífera de idem.	4
12	Esferosiderita de la formacion carbonífera de Tecomatlan.....	4
13	Fierro espático en pegaduras de la misma formacion..........	1
14	Arenisca teñida por el fierro espático de Olomatlan...........	1
15	Pizarra arcillosa de la hoya de Tlaltiza......................	1
16	Pórfido feldespático del cerro de Chichiltepetl, en Olomatlan..	1
17	Brecha cuarzosa del cerro del Ciruelo en Olomatlan..........	1
18	Fierro carbonatado litoide del cerro del Ciruelo..............	1
19	Yuxtaposicion del conglomerado y la arenisca del mismo cerro.	1
20	Arenisca apizarrada con mica, debajo del conglomerado, en Olomatlan...	1
21	Pizarra arcillosa impregnada de mica, debajo de la anterior...	1
22	Arcilla endurecida sobre la pizarra con impresiones fósiles....	4
23	Idem plástica con incrustaciones de carbon..................	1
24	Mica-pizarra subyacente á la arcilla.........................	1
25	Caliza compacta de la formacion de Olomatlan...............	1
26	Asociacion del cuarzo y la arenisca en la formacion de idem..	1
27	Caliza compacta terrosa de la formacion de Acatlan..........	1
28	*Gneiss* del camino á Petlalcingo, al S.E. de Acatlan..........	1
29	Caliza compacta del camino á Petlalcingo al S.E. de Acatlan..	2
30	Idem con incrustaciones de cuarzo, al S.E. de Petlalcingo.....	1
31	Yeso fibroso intercalado en la pizarra, al S.E. de Petlalcingo..	1
32	Conglomerado arcillo-cuarzoso de la formacion de la Peña de Ayuquila...	1
33	Arenisca apizarrada con partículas de anfíbola de idem.......	1
34	Pizarra arcillosa con fierro espático, impregnada de carbon...	1
35	Fierro carbonatado litoide de la formacion carbonífera de Ayuquila..	2
36	Idem idem litoide globoso, de la formacion carbonífera de Ayuquila..	1
37	*Gneiss* del cerro del Tecomate, al S.O. de Acatlan............	2
37 bis	Idem de la barranca de la Llave..........................	1
38	Mica-pizarra del mismo punto............................	1
39	Pizarra arcillosa teñida por el fierro de idem................	1
40	Incrustaciones de cuarzo en la pizarra del mismo cerro.......	2
41	Cuarzo compacto de la barranca del «Reparo-Coco» al S.O. de Acatlan...	1
	Al frente.................	60

	Del frente....................	60
42	Eufótida del portezuelo de la Tierra Colorada al S.O. de idem.	1
43	Serpentina atravesada por hilos de amianto del mismo cerro ..	5
44	Arenisca del Mogote de la Junta al S.O. de Acatlan...........	1
45	Idem idem de La Coronilla al S.O. de Acatlan....................	1
46	Granito del cerro de El Mogote de la Junta al S.O. del mismo punto..	1
47	Idem idem de El Mogote de La Coronilla al S.O. de idem.....	1
48	Caliza carbonífera con impresiones, de la barranca de la Llave de Texcalapa..	2
49	*Gneiss* de la barranca de El Coco Pintado cerca de Texcalapa.	1
50	Arenisca teñida por el fierro del cerro de La Cruz	1
51	Fierro oolítico sobrepuesto al granito del mismo cerro	1
52	Riñones de fierro revestidos de cuarzo en granos muy pequeños.	3
	Total de ejemplares de la coleccion de Acatlan....	78

NÚMERO 3.

Distrito de Chiautla.

1	Caliza compacta de textura igual, del piso de Atzala, al N. de Chietla..	3
2	Idem idem con incrustaciones de cuarzo, del piso de Chietla ..	3
3	Idem idem de la base del cerro de las Las Viborillas al S.E. de Chietla..	1
4	Idem de la cima del mismo cerro, atravesada por hilos de cuarzo.	1
5	Idem idem con granos arcillosos teñidos por el carbon........	1
6	Conglomerado arcillo-ferruginoso del mismo cerro............	2
7	Caliza cariada de S. Nicolás de las Palmas al S.O. de Chietla..	1
8	Idem compacta del rancho de Buenavista........................	2
9	Idem idem con incrustaciones de cuarzo, del mismo lugar.....	1
10	Pórfido de base de jaspe, de los cerros del mismo punto	1
11	Idem diorítico asociado al anterior, en el mismo cerro.........	1
12	Idem idem del mismo punto..	1
13	Pizarra arcillosa sobrepuesta á la caliza, al S.O. de Chietla....	1
14	Caliza compacta del principio de la cuesta de Santa Ana......	2
15	Brecha caliza del punto culminante en la misma cuesta.......	1
16	Cuarzo resinita de la cúspide del cerro de Santa Ana..........	1
16 bis	Idem idem de la cúspide del mismo cerro.........................	1
17	Pizarra arcillosa del piso de Santa Ana, junto á Huehuetlan ..	1
18	Pórfido de la cúspide de los cerros entre Santa Ana y Chiautla.	1
19	Idem impregnado de bol, cerca de Chiautla.......................	1
20	Mica-pizarra del piso de Chiautla..................................	1
21	Pórfido feldespático del cerro de la Yerba Buena, al S.E. de Chiautla..	1
22	Conglomerado moderno del cerro de la Yerba Buena...........	2
23	Idem más antiguo del mismo cerro	1
	A la vuelta....................	32

	De la vuelta	32
24	Fragmento del conglomerado anterior, en una masa voluminosa.	1
25	Pedernal revestido por el jaspe de las cuencas orográficas de Chiautla	1
26	Cuarzo resinita de textura concoidea de idem	1
27	Idem compacto del mismo lugar	1
28	Idem idem pasando á resinita, del mismo punto	1
29	Idem idem escorioso de la misma region	2
30	Granito del cerro de Titilinche, de la formacion orográfica de Chiautla	3
31	Conglomerado de la antigua arenisca roja del piso de Chiautla.	1
32	Idem del cerro de la Mina de Oro, al N. de Chiautla	2
33	Creston de la veta aurífera, del cerro de la Mina de Oro	5
34	Pizarra teñida por el carbon, del cerro del Pedernal, al N.O. de Teotlalco	1
35	Arcilla endurecida sobrepuesta á la anterior	1
36	Pizarra arcillosa con revestimiento de jaspe del mismo	1
36 bis	Idem idem con revestimiento de manganeso y cuarzo	1
37	Jaspe que reviste la pizarra anterior	3
38	Idem asociado al cuarzo del revestimiento anterior	1
39	Pizarra arcillosa verde de la planicie del cerro del Pedernal.	1
40	Idem idem modificada, del mismo punto	1
41	Conglomerado sobrepuesto á la pizarra anterior	1
42	Yeso hojoso del piso de Coayuca, al N.O. de Teotlalco	1
43	Idem fibroso que alterna con el anterior	1
44	Pizarra arcillosa de Ahuehuetzingo	1
45	Idem idem de la entrada á Chietla	2
46	Guijarro ferruginoso de las cuencas orográficas de Chietla	1
47	Cuarzo compacto de las mismas	1
48	Idem idem pasando á resinita de idem	2
	Total de ejemplares de la coleccion de Chiautla	70

NÚMERO 4.

Coleccion de carbones.

1	Carbon apizarrado de «La Expectativa,» en Matamoros	1
1 bis	Idem impregnado á la roca	6
2	Idem idem de «El Corazon de María,» en Matamoros	4
3	Idem idem del criadero de «Guadalupe»	3
4	Idem idem del criadero de San Francisco	3
5	Ulla de Limontla en Ahuatlan	2
6	Idem de Tecomatlan en Acatlan	6
7	Idem de Olomatlan en idem	1
8	Idem de Chiltepin en idem	20
9	Idem de La Peña de Ayuquila en idem	1
10	Idem de La Barranca de la Llave	10
	TOTAL	57

Aunque este catálogo pudo estar aumentado considerablemente, y las colecciones á que se refiere, ser en la misma proporcion más numerosas, he creido deber limitarme á recoger, á consignar y á describir las rocas que sirven de tipo, que conducen á deducciones importantes ó que entrañan problemas de inmediata aplicacion al objeto principal.

Los estudios geológicos son muy extensos y se pueden presentar bajo diferentes fases: he debido limitarme á una sola, pues de lo contrario este trabajo habria resultado interminable.

XI

Puntos accesorios conducentes al mismo objeto.

En la parte final del cuadro de instrucciones, que tuve la honra de trascribir al principio de este Informe, se encuentra esta compleja y general prescripcion: «*Además de estos puntos generales, el Ingeniero extenderá sus estudios á todos aquellos que estime convenientes para el mejor desempeño de su comision, cuyo objeto esencial es proponer todas las medidas de aplicacion práctica y de más fácil realizacion, que tiendan á favorecer la explotacion de los criaderos carboníferos, impulsando y desarrollando este ramo de la industria minera, en los momentos en que las empresas ferrocarrileras comienzan un período de actividad, y en el que el combustible vegetal escasea y encarece á consecuencia de la destruccion y del alejamiento de los arbolados que pueden ministrarlo.*»

Para llenarla hasta donde me es posible, recordaré que la principal de las dificultades con que tropieza la explotacion de los criaderos carboníferos, consiste en el alto precio del trasporte; de lo que resulta, que toda medida que tienda á abaratar esta operacion, influirá necesariamente en el desarrollo de aquella industria.

Entre las que desde luego se presentan como más prácticas, figura la de hacer concesiones, tan ámplias como sea posible, á las empresas constructoras de líneas ó ramales que pongan en

contacto los centros carboníferos con un centro de consumo, ó con un punto cualquiera de uno de los ferrocarriles establecidos.

La construccion de estas líneas se tiene forzosamente que hacer, y sin duda ha de llegar á hacerse; conviene, pues, anticiparse á llenar este vacío, ántes de que la necesidad venga á exigirlo, cuando sean inevitables los males causados. Entretanto, convendria hacer transitables las carreteras, para que la explotacion de los criaderos no dependiera de la construccion de las vias férreas.

Tambien favoreceria esta explotacion, en términos incalculables, la de los criaderos de fierro; con tanta mayor razon, cuanto que este metal está tan inmediato al carbon.

El estímulo de esta última, por medio de disposiciones conducentes, entre las que se puede citar desde luego la exencion de contribuciones de todo género, conduciria á este resultado.

En la parte legal comienzan á surgir algunas dificultades, capaces de hacer retroceder á los explotadores y de herir de muerte la explotacion.

Algunos propietarios de terrenos en que los mantos carboníferos se extienden, se oponen á los trabajos de explotacion, con el especioso pretexto de que el carbon es un cuerpo de orígen orgánico, por lo que no puede considerarse sujeto á las leyes especiales de Minería; opinion infundada, que he combatido por la prensa,[1] haciendo ver el absurdo que la caracteriza, pero que no debe pasar inadvertida al Legislador.

Yo creo que el Congreso, en su limitada jurisdicion que sólo comprende para este efecto el Distrito Federal y Territorios de la Federacion, y las Legislaturas de los Estados, deberian declarar, por medio de un decreto, «que las exploraciones, denuncios, registros, adquisicion y explotacion de los criaderos carboníferos, cualesquiera que sean su clase y condiciones de yacimiento, se sujetarán á las prescripciones que las Ordenanzas establecen para las minas metálicas.»[2]

Además, como estas prescripciones dejan cierta vaguedad sobre las pertenencias de las minas de carbon y las dimensiones

1 En «El Minero Mexicano.» Tomo VIII, núms. 11 y 12, págs. 121, 122, 123, 133, 134 y 135.

2 La misma publicacion. Núm. 12, pág. 135.

que á cada una corresponden, convendria que estos cuerpos las fijaran, y para esto me parece muy aceptable la designacion hecha en el artículo 10 del decreto de 6 de Julio de 1865.

En la parte técnica, algo hay tambien que hacer para preparar la acertada explotacion de esta sustancia.

En el país no se ha practicado la explotacion del carbon, porque no ha habido explotaciones organizadas de este combustible.

Los alumnos de la Escuela Práctica de Minas no pueden extender su práctica á este estudio, como tampoco á algunos otros; ya por la razon capital indicada, ya por el vacío que existe en el programa de la Escuela, por la falta de viajes.

Muy ventajoso seria que el Gobierno enviara á Europa algunos jóvenes ya recibidos, con el objeto de estudiar prácticamente la explotacion de los criaderos carboníferos y traer á los nuestros los métodos más adecuados y una direccion inteligente y acertada.

En la parte económica ó administrativa, creo que deberia darse un paso más en el camino indicado en las circulares expedidas por el Ministerio del digno cargo de vd., y citadas en este Informe.

No es posible restringir de una manera directa el corte, la venta y el consumo de la madera; pero sí convendria apelar á medios indirectos, gravando la leña en términos que dieran el resultado que se desea.

Acaso viendo esta medida á la luz de las teorías y de la especulacion, apareceria tiránica, atentatoria, etc., etc.; pero en sus relaciones con la industria, con la higiene y con la utilidad pública en general, que es la causa de tantos efectos, resultará como necesaria.

La carestía de la leña originaria por lo pronto un ligero trastorno; pero esto es inseparable de todas las innovaciones.

Estas medidas, señor, son las que se presentan como de actualidad, y como tales tengo la honra de someterlas á su ilustrada meditacion.

XII

RESUMEN.

Del estudio que acabo de presentar, y que constituye la esencia de este trabajo y el resultado de mis exploraciones hechas en los distritos de Matamoros, Acatlan y Chiautla, del Estado de Puebla, se deduce que la formacion general es la de transicion, encontrándose los tres períodos inferior, medio y superior, representados por sus rocas características.

Las que constituyen la estratigrafía de los terrenos carboníferos, son las pizarras y calizas, cuya direccion dominante es la del N.O. al S.E. alternadas con rocas arenáceas y con masas muy extensas de fierro carbonatado litoide.

Los depósitos carboníferos reconocidos, son de dos especies, perteneciendo á los marinos los del distrito de Acatlan, y á los lacustres los del distrito de Matamoros. Todos ellos están en lechos cuya posicion natural es la horizontal, alterada en los puntos de la erupcion; su número es el de diez y ocho, en ninguno de los cuales se ha emprendido explotacion formal de ningun género.

La importancia de estos criaderos es notoria; su expectativa muy favorable, y en alto grado ventajosas las condiciones de su explotacion; siendo el único inconveniente que se presenta para su desarrollo, la dificultad en los trasportes, pero cuya dificultad puede vencerse sin grandes gastos ni sacrificios: su extension es de 88 leguas cuadradas, y su espesor varía entre algunos centímetros y cuatro metros.

Su composicion industrial la constituyen el carbon, las cenizas y las sustancias volátiles que varian en las proporciones siguientes, eliminando el análisis núm. 1 por las razones expresadas en la nota:

Carbon	de 40, 78 á 81 %
Cenizas	de 7, 44 á 12 %
Sustancias volátiles	de 200 á 31 %

Los medios de trasporte son difíciles por el estado de los caminos, y el precio que sacaria el carbon puesto en Puebla, que es el centro natural del consumo, es de $ 17.25 en las circunstancias actuales, para el de los criaderos de Tecomatlan; pero que, trasportado por ferrocarril, se reducirá á $ 4.87. El de los otros criaderos variará proporcionalmente á la distancia.

Como medidas adecuadas al desarrollo de la explotacion de estos criaderos se presentan las siguientes: facilitar el trasporte por concesiones ventajosas á las empresas ferrocarrileras; impulsar la explotacion de los criaderas de fierro, que están inmediatos á los de carbon; eximir de contribuciones por un plazo prudente estas empresas y las que con ellas están relacionadas; decretar que los trabajos de las minas de carbon están, en todas sus partes, sujetos á las prescripciones que las Ordenanzas establecen para las minas metálicas, y fijar las dimensiones que correspondan á una pertenencia; enviar á Europa algunos jóvenes ingenieros de minas que estudiaran la explotacion de estas sustancias, para plantear en nuestro país métodos conducentes, y dar á nuestros trabajos una direccion acertada; y por último, restringir de una manera indirecta, por gravámenes prudentemente calculados, la aplicacion de la leña como combustible.

Con los datos consignados en las líneas que anteceden, con las deducciones á que su exámen ha conducido y con los hechos que le sirven de fundamento, creo, señor, haber resuelto las cuestiones que por el Ministerio del digno cargo de vd. me fueron propuestas, y desempeñada la comision con que fuí honrado, en la parte que se refiere á los tres distritos recorridos.

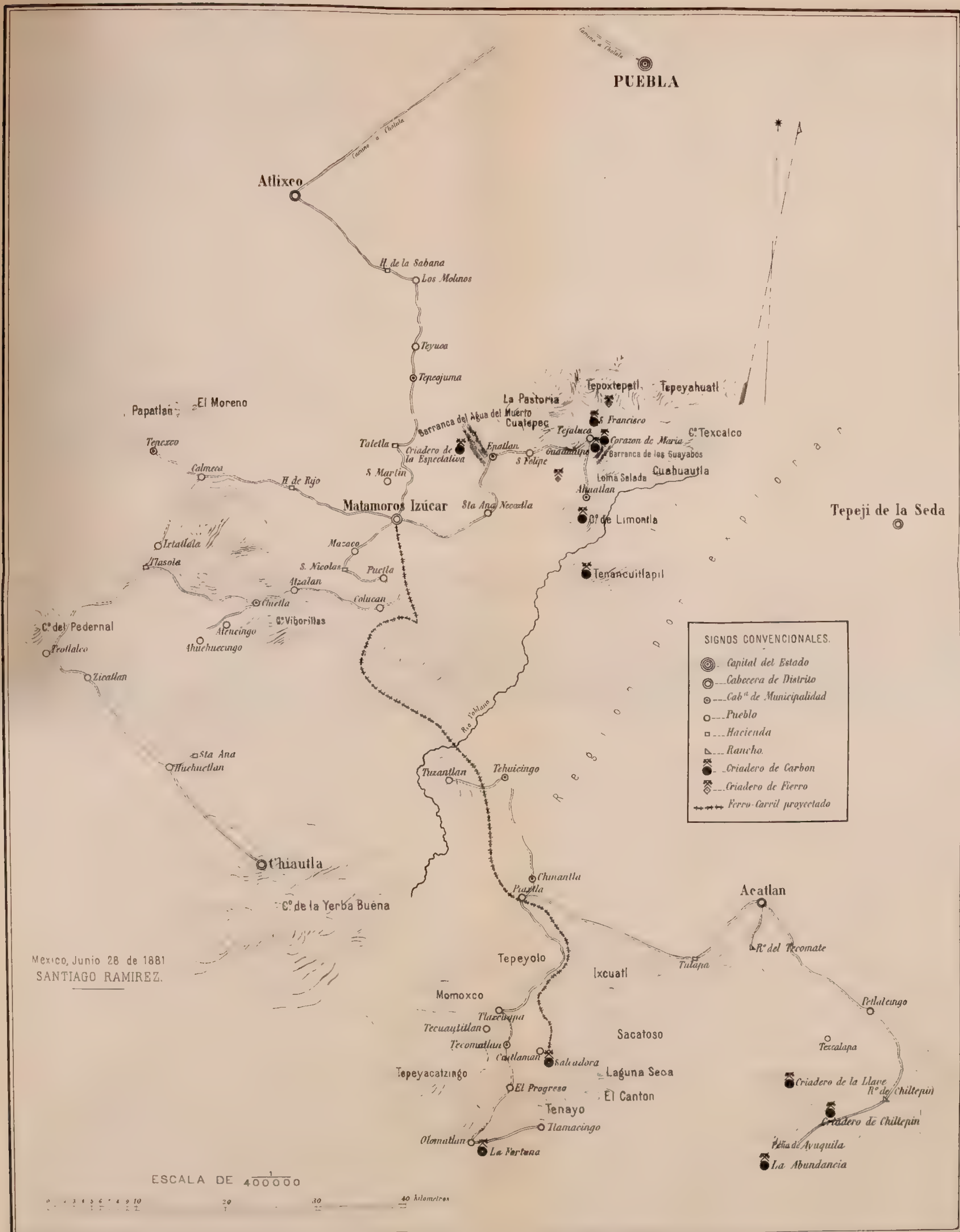
Si en esta exposicion he incurrido en algunas omisiones, me apresuraré á repararlas tan pronto como se me manifiesten; y entretanto, disponiéndome para continuar mi estudio comenzado, lo doy ahora por concluido. No terminaré, sin embargo, sin cumplir con un deber que me impone la gratitud: el de manifestar mi reconocimiento al Sr. Gobernador del Estado de Puebla, al Sr. Secretario de Fomento del mismo, y á los Sres. Gefes políticos de Matamoros, Acatlan y Chiautla, cuyos funcionarios secundaron ampliamente con su ilustracion y con su influencia las elevadas miras del Ministerio de Fomento.

Réstame aprovechar la oportunidad que de nuevo se me presenta, y lo hago gustoso, renovando á vd. las protestas de mi particular aprecio y distinguida consideracion.

México, Junio 28 de 1881.

SANTIAGO RAMIREZ.

CRÓQUIS de los caminos recorridos y puntos estudiados en la exploracion por los Distritos de MATAMOROS, CHIAUTLA y ACATLAN en el Estado de PUEBLA.



Comisionado especial para las exploraciones de los terrenos carboníferos de Puebla y Oaxaca.—Refiriéndome al oficio que tuve la honra de dirigir á vd. con fecha 26 del pasado Julio, cumplo con el deber de remitirle el Informe relativo al reconocimiento que por disposicion de vd. acabo de practicar en los criaderos de carbon mineral existentes en terrenos de la Municipalidad y Distrito del Centro del Estado de Tlaxcala.

Disfruto, al hacerlo, la honrosa satisfaccion de renovar á vd. las protestas de mi respeto.

México, Agosto 4 de 1881.—SANTIAGO RAMIREZ.— Sr. Secretario de Estado y del Despacho de Fomento.—Presente.

Ministerio de Fomento, Colonizacion, Industria y Comercio.—México.—Seccion 2ª—Número 634.—Con el oficio de vd. fecha de ayer, he recibido el Informe relativo al reconocimiento que practicó en los criaderos de carbon mineral existentes en el Distrito del Centro del Estado de Tlaxcala.

Ya se ha dispuesto la publicacion de ese interesante documento; y al decirlo á vd., me es grato manifestarle el aprecio con que esta Secretaría ve, tanto sus trabajos, cuanto el empeño y la actividad con que los ha efectuado.

Libertad y Constitucion. México, Agosto 5 de 1881.—PACHECO.—Al Ingeniero de Minas Santiago Ramirez.—Presente.

INFORME

SOBRE LOS

CRIADEROS DE CARBON MINERAL

QUE SE ENCUENTRAN

EN EL ESTADO DE TLAXCALA

PRESENTADO Á LA SECRETARÍA DE FOMENTO

Por el Ingeniero de Minas SANTIAGO RAMIREZ.

Señor Ministro:

En el oficio que con fecha 21 del mes próximo pasado tuve la honra de dirigir á vd., contestando el de fecha 19 del mismo en que vd. se sirvió encargarme el estudio de unos criaderos de carbon existentes en las cercanías de Apizaco, manifesté á vd. que ese dia mismo salia para el terreno, á fin de practicar el reconocimiento indicado.

El dia 22, en efecto, estaba yo en el lugar que debia reconocer; y concluido ya el estudio de los ejemplares y las rocas que recogí en mi exploracion, paso á rendir á vd. el informe correspondiente.

Ocho kilómetros al S. O. de Tlaxcala, en terrenos pertenecientes al pueblo de San Francisco Temetzontla, de la Municipalidad, Distrito y Estado de Tlaxcala, se nota una considerable depresion orográfica, que forma una gran cuenca limitada por los cerros de los alrededores, que en las eminencias de sus faldas forman mesetas de alguna extension, y en las partes más elevadas de sus cimas descubren y dejan ver áun á la distancia, las rocas sedimentarias que constituyen su masa y los forman casi en su totalidad.

En esta cuenca, donde las vertientes de los cerros limítrofes conservan en algunas partes su inclinacion, se distingue una extensa barranca llamada de Apatlahuac, que separa el pueblo de San Mateo Huexoyuca, que está al S. E. del pueblo de San Francisco Temetzontla, en cuyos terrenos se encuentra. Y en el fondo de esta barranca están las excavaciones que han descubierto los mantos de carbon.

Antes de proceder al exámen directo de éstos, y del elemento combustible que los constituye, he debido hacer un estudio geológico de la localidad, con el objeto de tener un fundamento seguro para mis investigaciones posteriores.

La simple inspeccion de las rocas que forman los cerros, y más aún, el estudio detenido de sus caracteres litológicos y estratigráficos, permiten referirlas al terreno cretáceo, de cuya formacion constituyen el piso de la creta blanca.

Las rocas que pertenecen á esta caliza, son en lo general de un color blanco agrisado, compactas, y suelen estar mezcladas con rocas arenáceas y arcillosas; siendo notables entre las primeras los conglomerados arcillo-ferruginosos que las acompañan, y de los que algunos fragmentos desprendidos se distinguen en diferentes puntos de la barranca.

Estas rocas se ven atravesadas por el pórfido de base de jaspe, compacto, de textura concoidea y color azul violado más ó ménos oscuro.

La presencia de dichos pórfidos entre las rocas cretáceas en que se observan, es puramente accidental y puede atribuirse á los efectos eruptivos del fenómeno que determinó la formacion de las montañas.

En el estudio geológico de la localidad que nos ocupa, se puede observar un hecho más de una vez citado por los geólogos europeos, que consiste en que en las cuencas hidrográficas de las épocas jurásicas y cretáceas, se han venido á depositar los terrenos terciarios, formando, en los lugares muy accidentados, depósitos más reducidos que ocupan las depresiones principales.

En efecto, en la gran cuenca de que al principio se hizo mencion, se descubren con toda claridad las rocas de la formacion inferior ó eocena, representadas por la *arcilla plástica.*

Es muy importante el papel que la arcilla hace en esta formacion, pues sirve de asiento á los mantos carboníferos, y á esto es debido que ese color haya desaparecido por el negro del carbon que la tiñe y la impregna; pero cuando se queman y desaparece el carbon, presentan un color blanco amarillento.

Se encuentra en capas más ó ménos gruesas y de una extension considerable, que se hallan en posicion concordante con los mantos de carbon.

Es blanda, mate, adquiriendo un ligero lustre en la raspadura, algo untuosa y elástica.

Este modo de ser de la arcilla plástica es el más general y dominante en el terreno estudiado, y constituye la variedad que el Sr. del Rio designa con el nombre de *comun;* pero léjos de los mantos carboníferos, se ve la variedad llamada barro, cuyo color es el gris amarillento, variando en algunos puntos á gris verdoso oscuro; pasando en su lustre de mate á poco lustroso, siendo en este caso su lustre de cera.

Su textura principal es ligeramente pizarreña, y la parcial es terrosa.

Sus fragmentos son romos; es muy blando, opaco, dócil y algo desmoronadizo.

Muy frágil, pues se parte con la mano, desprendiéndose de la ruptura fragmentos pequeños igualmente romos.

Es algo áspero, se pega poco á la lengua, y da por la humedad el olor de arcilla.

Este barro se puede utilizar en la industria para la construccion de hornos, muflas, crisoles, etc., pues es muy refractario.

Tambien se encuentra el kaolin en tal estado de pureza, que se puede aprovechar para la fabricacion de la porcelana.

La arcilla comun presenta con toda claridad impresiones vegetales.

Por esta ligera exposicion geológica, que comprende los puntos esenciales para el asunto relativo al carbon, se ve que el terreno pertenece á una formacion diferente de la formacion de la ulla, y este primer hecho nos conduce á una deduccion poco favorable, pues por regla general los combustibles que se encuentran en formaciones anteriores ó posteriores á aquella, son infe-

riores á la ulla, con la que sólo por excepcion pueden asemejarse.

Esta inferioridad no existe solamente en cuanto á la clase de combustible, sino tambien en cuanto á la cantidad; pues sus capas son siempre poco numerosas y gruesas; no constituyen sino accidentes en los terrenos en que se encuentran, que se pueden considerar como excepcionales hasta el grado de poder asegurar que las indicaciones geológicas, tan interesantes respecto de la ulla y otras muchas sustancias explotables, no tienen aquí valor alguno; y la prudencia aconseja no emprender trabajos de explotacion, sino sobre los indicios directos de la existencia del manto.

Esta falta de relacion entre los caracteres geológicos y los combustibles de esta naturaleza es tan absoluta, que los indicios que en la formacion de la ulla constituyen una prueba directa de la existencia de un manto subyacente, en otro terreno no tiene sino un valor indirecto; y esto se explica fácilmente, si se atiende á que los mantos carboníferos no tienen la regularidad en su continuacion, que caracteriza los terrenos de la ulla, y asegura el éxito de la explotacion; resultando de aquí que las obras de investigacion, tan esenciales en todo laboreo, en este caso tienen que ser aventuradas; no teniendo seguridad, sino las verdaderas de disfrute.

Hay sin embargo cierta semejanza de caracteres que se puede tener por un indicio favorable, como por ejemplo, la presencia del fierro carbonatado litoide, que en nódulos más ó ménos voluminosos se encuentra, aunque no en contacto con los mantos del carbon.

A pesar de estas consideraciones técnicas, que sólo pueden referirse al porvenir del criadero estudiado, haciendo dudosa su duracion, existe la evidencia que garantiza la explotacion por el presente, pues los mantos de carbon están descubiertos.

Se ha llegado á ellos por un socavon que tiene de longitud 32.30 metros, y de seccion 2.50 × 2.80 metros.

Esta obra se dió sobre la arcilla, en cuya masa se encuentran los mantos.

Tres de éstos pude reconocer en el interior de esta obra, siendo el espesor medio de 42 centímetros.

Fuera del socavon, en diferentes puntos de la cañada y á di-

ferentes distancias, se descubren otros mantos, en número de siete; siendo diez los que están actualmente visibles, y alternando todos con la arcilla.

La direccion média de dichos mantos es de N.O.—50°—S.E. y son sensiblemente horizontales.

No existiendo ya duda de la presencia del carbon, corresponde averiguar la importancia real que éste presenta, para lo que pasaré á ocuparme de su estudio mineralógico y químico.

El color de este carbon es el negro pardusco, que en la textura trasversal, que es igual ó ligeramente concoidea, se presenta negro de terciopelo, y lustroso, de lustre de cera, siendo en lo general mate.

Su textura principal es pizarreña; y cuando se separan las lajas, se descubren en las caras de separacion, fibras delicadas que indican de una manera algo confusa la estructura que corresponde á un orígen orgánico. Tambien se distinguen líneas brillantes y negras, que parecen ser pequeños tallos vegetales.

Es blando; en la raspadura toma un color más negro y adquiere algun lustre.

Su densidad es de 1,289.

Al arder desprende humo y produce un olor desagradable y fuerte, que tal vez se debe al ácido piroleñoso.

Cuando la llama se extingue continúa ardiendo, y las cenizas presentan un color amarillo pajizo subido.

Estos caracteres se pueden ver en los ejemplares que acompaño.

El análisis inmediato dió la siguiente composicion, en un ejemplar tomado de la masa comun del manto:

Carbon fijo	22	00
Cenizas*	27	00
Humedad y materias volátiles	51	00
	100	00

Esta composicion indica la impureza del combustible por la gran cantidad de cenizas que contiene, y el exceso de humedad que puede considerarse como anormal.

* Del análisis cualitativo practicado en las cenizas, resulta que se componen de siliza, alúmina, cal y peróxido de fierro; composicion que corresponde á la de la roca en que yacen los mantos.

En los ejemplares que tengo á la vista debe ser así, porque están tomados de los puntos descubiertos, los que se hallan en contacto no sólo con el aire ambiente, sino con el agua que abunda en el socavon por las filtraciones y las lluvias, que lo hacen casi inaccesible.

Secando previamente el carbon y repitiendo el análisis sobre un ejemplar seco, aunque no completamente, obtuve la siguiente composicion:

Carbon fijo	33	15
Cenizas	40	85
Humedad y materias volátiles	26	00
	100	00

Repitiendo este análisis en una muestra escogida, de la parte más compacta, negro y lustroso, el resultado fué, despues de eliminada una parte del agua por una desecacion previa:

Carbon fijo	40	85
Cenizas	30	80
Humedad y materias volátiles	28	35
	100	00

Pertenece, pues, este carbon á la clase de las *lignitas*, y á la division de las *lignitas piciformes* ó *comunes*.

A esta composicion corresponde en el combustible que la lleva, un poder calorífico de 3,546 calorías, siendo de 4.42 el carbon equivalente á las sustancias volátiles.

Este resultado, á que como se ve he tenido que llegar por operaciones especiales de laboratorio, sirve para dar una idea de la naturaleza del combustible contenido en el criadero estudiado; pero de ninguna manera revela su valor industrial, puesto que, en las exigencias y necesidades de la explotacion, no es posible ni conveniente practicar la separacion que ha sido necesaria para alcanzar este resultado. Pero sí es de suponer que se alcance en el centro de los mantos, donde no existen las condiciones de impureza señaladas.

En cuanto á la humedad, además de que en el avance de los trabajos ha de ser menor, es fácil disminuirla eliminando el agua excedente por una ligera desecacion en la estufa.

Mas como las apreciaciones que debo consignar en este Informe, no han de tener un fundamento hipotético sea el que fuere, pues sólo se deben apoyar en hechos reales y bien averiguados, me fijaré en el segundo de los análisis presentados, segun el que el combustible á que se refiere, tiene un poder calorífico de 2,911 calorías, siendo 4.01 el carbon correspondiente á las sustancias volátiles.

Por esto se ve que estando el poder calorífico de la leña comun á 0.25 de humedad, representado por 3,000[1] calorías, este combustible es algo inferior; pero la diferencia de 89 calorías es insignificante, y puede hacerse abstraccion de ella en la práctica; así es que se deduce sin esfuerzo que, técnicamente hablando, este carbon puede reemplazar á la madera: veamos ahora cómo influyen sobre esta deduccion las consideraciones industriales.

Bajo este segundo aspecto la cuestion queda reducida á averiguar el precio que dicho carbon puede sacar, situado en un centro de consumo, y si este precio es inferior, ó por lo ménos igual al de la leña.

El centro de consumo más inmediato al lugar en que los mantos de carbon tienen su yacimiento, es el pueblo de Santa Ana Chautempan, en el que el Ferrocarril Mexicano ha establecido una de sus estaciones; y el precio del carbon debe ser el del costo de extraccion y trasporte, más la utililidad del explotador.

El costo de extraccion lo he calculado en 62 centavos tonelada[2] para el carbon de los criaderos de Tecomatlan; y con diferencias insignificantes, á este tipo llegará el de esta operacion en los criaderos que estoy considerando.

El costo del trasporte depende de la distancia (que en el caso actual es muy pequeña, pues no pasa de tres leguas), y del estado del camino. Este, en la parte que separa el pueblo de Santa Ana de la capital del Estado, es carretero, y no presenta accidente ni dificultad de ningun género; y en la parte comprendida entre Tlaxcala y el criadero, tiene algunos accidentes que no constituyen dificultades para hacer el trasporte á lomo de mula;

1 Informe sobre los distritos de Matamoros, Chiautla y Acatlan, pág. 108.
2 Informe citado, pág. 103.

con tanta menor razon, cuanto que la marcha que hace el animal cargado, es de bajada.

Los fletes que se acostumbra pagar para esta distancia y en el mismo camino, y que se han pagado por el trasporte de laja, piedra y otros materiales de construccion, importan una cuartilla por arroba; y asignando el mismo flete por el carbon, resultará á 2.50 pesos la tonelada; y ésta, incluyendo el costo de extraccion, que segun lo dicho ántes es de 0.62 pesos, resulta el costo, en el pueblo de Santa Ana, en 3.12 pesos.

Actualmente la leña excede á este precio, pues el que allí tiene es de 5 pesos la cuerda, ó sea de 3.34 pesos tonelada, precio que debe ser mayor cada dia.

El exámen de estos datos presenta la explotacion de los criaderos estudiados como un negocio que debe emprenderse; pues aunque no ofrezca para el porvenir una expectativa halagadora, saltan á la vista sus ventajas presentes; y éstas, además de que pueden aumentarse, al llegar al centro de los mantos, donde sus condiciones de yacimiento son más favorables, tienen que sostenerse por todo el tiempo de su duracion.

De lo expuesto resulta:

1º Que entre la formacion cretácea á que pertenecen los terrenos mencionados, se han depositado en las cuencas hidrográficas y en sus depresiones naturales, las rocas eocenas que caracterizan el piso inferior de los terrenos terciarios.

2º Que entre estas rocas, y alternando con ellas en estratificacion concordante, se encuentran mantos extensos de carbon mineral, perteneciente á la clase de las *lignitas piciformes* ó *comunes*.

3º Que estas *lignitas*, por su composicion y sus propiedades caloríferas, pueden reemplazar ventajosamente á la madera, en sus aplicaciones como combustible.

4º Que su costo en el pueblo de Santa Ana Chautempan, donde la línea férrea que tiene una estacion en él, le ofrece un centro de consumo, es de 3.12 pesos inferior al de la leña.

5º Que la explotacion está asegurada con la duracion de los mantos, que no debe ser corta, vista su extension y su número.

6º Que dicha explotacion debe procurarse; pues con ella se

puede dar principio á la mejora á que con tan justificado empeño se dirigen las miras de ese Ministerio, de reemplazar la leña por el combustible mineral, comenzando á hacer cesar la tala inmoderada á la vez que imprudente de los bosques, cuyas perniciosas consecuencias no dejarémos de resentir en mucho tiempo.

Considerando que con lo expresado doy cumplimiento á la honrosa comision con que vd., señor Ministro, se ha servido distinguirme, concluyo renovando á vd. la expresion de mi agradecimiento.

México, Agosto 4 de 1881.

SANTIAGO RAMIREZ.

ESTUDIO

DE UNOS

EJEMPLARES DE CARBON MINERAL

PROCEDENTES

DEL DISTRITO DE TLAXIACO EN EL ESTADO DE OAXACA,

QUE POR DISPOSICION DE LA SECRETARIA DE FOMENTO

PRACTICÓ EL QUE SUSCRIBE.

Señor Ministro:

La Seccion 2ª de la Secretaría que se halla bajo la acertada direccion de vd., me remitió dos ejemplares de carbon mineral, procedentes del distrito de Tlaxiaco en el Estado de Oaxaca, á fin de que me ocupara en reconocerlos y estudiarlos, conforme á lo que vd. tuvo á bien ordenar.

Como dichos ejemplares son idénticos, no sólo en su aspecto exterior y caracteres mineralógicos, sino tambien en su composicion, tal como el análisis inmediato la presenta, creo deber limitarme á consignar, como resultado de mi reconocimiento, el estudio de uno solo, que es comun á los dos, en vista de la identidad señalada.

El color que en su aspecto general presenta el carbon á que este estudio se refiere, es el pardo musco pasando á cetrino, que alterna con el pardo de pelo y el negro agrisado; pero este color no puede considerarse como propio, por estar casi localizado en la superficie y en las partes en que la desagregacion ha hecho llegar al interior de la masa las alteraciones superficiales.

El color que caracteriza la generalidad de la masa, está entre negro de pez y negro agrisado, y es el que se observa en la tex-

tura reciente. Hago esta salvedad respecto del color, porque al mencionar este carácter, y lo que es más, al tomarlo como parte de una descripcion, y como elemento auxiliar para venir en conocimiento de la clase, considero necesario fijar el verdadero valor que debe dársele.

Refiriendo el combustible que se estudia á uno de los tres grupos clásicos de los combustibles minerales, las antracitas, las ullas y las lignitas, debe tenerse presente que en cada uno de ellos se encuentra el combustible en su mayor grado de pureza, ó más ó ménos alterado; y en cada uno de ellos, por lo mismo, existen tipos bien determinados del primero, que se descubren por sus caracteres exteriores.

Basta fijarse en la importancia que tiene el color como carácter, para conocer que está relacionado con la composicion, y que indica, por consiguiente, el mayor ó menor grado de pureza; y por lo mismo, cuando se quiere emplear este carácter como medio de clasificacion, es necesario tomarlo en el combustible tipo, ó en el combustible en su mayor grado de pureza.

Por esta razon, al señalar este carácter en el carbon que se me ha mandado estudiar, he establecido la distincion que se ve, entre el color del aspecto exterior y el que corresponde á la masa general, descubierto en la textura reciente.

Pero ni uno ni otro pueden servir para indicar á cuál de los principales grupos pertenece el carbon que los presenta, porque ni uno ni otro pertenecen al tipo determinado por el máximo de pureza.

Se observa de una manera general que, entre las capas comunes de antracita, de ulla y de lignita, se presentan los tipos mencionados, en hilos más ó ménos extensos, que tienen algunos centímetros de espesor; ó bien en puntos, en masas ó en pegaduras, que están, respecto de la masa comun, como los metales nativos ó los compuestos metálicos que constituyen un mineral están respecto de su matriz; y merced á esta circunstancia, á primera vista parece que en un mismo ejemplar se encuentran asociadas dos clases diferentes. En estas partes deben buscarse los caracteres distintivos ó propios de la clase, así como el color, el lustre, etc.

En los ejemplares que tengo á la vista se distingue con toda claridad el tipo de la clase, colocado en la masa de tres maneras diferentes: Primera, entre las lajas de la textura principal, que es pizarreña, formando una estratificacion aparente por la colocacion de los hilos, que al desprenderse no forman lajas, sino fragmentos *pseudo-regulares:* segunda, en pegaduras más ó ménos extensas, colocadas en la textura trasversal; y tercera, en granos brillantes colocados indistintamente en diversos puntos de la masa.

En estos tipos el color es el negro de terciopelo, resplandeciente, de lustre de cera tirando al de vidrio.

El lustre de la masa general está entre poco lustroso y centellante, siendo mate en las partes en que el color es más claro.

Tambien este carácter se halla ligado con el grado de pureza del combustible, y se puede decir en general que, miéntras ménos lustroso, es ménos puro.

Tal relacion, fundada en la naturaleza del carácter en que se observa, y en el papel que desempeña en la descripcion de un mineral, constituye un indicio que tiene un gran valor en las apreciaciones industriales.

La textura principal es pizarreña imperfecta; la trasversal es desigual, ligeramente concoidea plana, tambien imperfecta.

Relacionando este carácter con la composicion química, tal como la presenta el análisis inmediato, tambien se obtienen deducciones que en la industria no carecen de interes ni de aplicacion.

Se sabe que miéntras más impuro es un combustible, es mayor la cantidad de cenizas que deja despues de la combustion. Es decir, que la impureza de un combustible puede valuarse por la cantidad de cenizas que produce al quemarse, ó lo que es lo mismo, por la proporcion de sustancias extrañas que contiene.

Esto supuesto, existe una relacion entre esta proporcion de cenizas y el carácter que se está considerando; segun la que, miéntras más abundante en cenizas es un combustible, su textura es más pizarreña, y se acerca más á la textura de la pizarra arcillosa que forma generalmente el alto y el bajo de las capas.

Esto se explica porque cuando los combustibles minerales se

cargan de sustancias terrosas, se asemejan á los hilos tambien terrosos que se intercalan en sus planos de estratificacion, y que no son sino arcilla más ó ménos impregnada de carbon, de textura pizarreña.

Los fragmentos son cuboides, romboides ó trapezoidales.

Es semiduro, frágil, casi dócil, pues la mayor parte de su polvo se reune al lado del punto raspado.

En la raspadura aumenta de lustre y toma un color más oscuro; pero estas alteraciones no se observan en la parte que constituye el tipo de mayor pureza.

No tizna en su estado natural de agregacion; pero su polvo tizna algo.

Su peso específico es 1.380; factor un poco elevado por las impurezas que contiene la masa general.

Cuando comienza á arder, decrepita merced á la rápida dilatacion del aire interpuesto en los poros, por la que las partículas se desagregan con fuerza, y saltan más ó ménos léjos como puntos en ignicion, que se apagan en seguida.

Continúa ardiendo con llama blanca, corta, y sin exhalar olor desagradable, produciendo cuando está en combustion, el olor empireumático.

En un fuego activo las caras se encorvan ligeramente y se aglutinan un poco, quedando la masa en forma de coliflor.

Su composicion, obtenida por el análisis inmediato, hecho segun el procedimiento indicado por el profesor Berthier, es la siguiente:

Carbon fijo	50	00
Cenizas	40	00
Sustancias volátiles	10	00
	100	00

Plomo reducido del litargirio por 1 grm	17	70
Carbon equivalente	531	
Poder calorífico	11752	
Carbon equivalente á las sustancias volátiles	0	31

La elevada proporcion de cenizas demuestra, como ya se ha hecho observar, que el carbon es muy impuro, por contener un exceso de la roca en que tiene su yacimiento.

Este resultado, suficiente para conocer la calidad del carbon

bajo el aspecto industrial, no lo es para determinar su clase bajo el punto de vista científico; en cuanto á que, no permitiendo fijar su verdadera naturaleza, hace difícil su clasificacion.

Con el objeto de adquirir este dato con la mayor exactitud posible, separé cuidadosamente la parte vidriosa que representa el tipo de la especie pura; y repitiendo en la parte así obtenida las operaciones conducentes á la práctica del análisis inmediato, obtuve el resultado siguiente:

Carbon fijo	78	00
Cenizas	5	00
Sustancias volátiles	17	00
	100	00

Eliminando completamente las cenizas para tener la composicion de la especie pura, y determinando ésta por el cálculo, se tiene:

Carbon fijo	82	00
Sustancias volátiles	18	00
	100	00

Por esta composicion, por los caracteres mineralógicos que se han hecho notar en la descripcion, y por los fenómenos que presenta al arder y que tambien quedan consignados, se ve que este carbon es una ulla que se puede referir á la variedad llamada *ulla semigrasa*.

En mi concepto tal variedad está asociada á la inmediatamente anterior, es decir, á la *ulla grasa*, que he propuesto llamar *de forja* (maréchal); pero la naturaleza de esta asociacion, la proporcion en que entran estos dos elementos, la importancia que cada uno tiene, la extension que relativamente ocupan, y otros detalles que es necesario fijar, sólo pueden obtenerse por el exámen de su yacimiento, por sus caracteres reconocidos en una masa aislada, en su mayor grado de pureza, y por su estudio hecho en condiciones adecuadas, para eliminar las causas de confusion y de inexactitud que en los ejemplares estudiados presenta la impureza de su composicion, y que hice notar oportunamente.

Esto no obstante, la presencia de los datos que dejo consignados, conduce á aconsejar la explotacion de los criaderos en que se

encuentran estos ejemplares, que ponen fuera de duda la existencia de un combustible aplicable á diversos ramos de la industria.

Acaso los yacimientos de este combustible no constituyan criaderos explotables; pero esto sólo se puede conocer por el exámen del terreno.

Tal es, señor Ministro, el resultado del estudio que por disposicion de vd. he practicado en los ejemplares de carbon procedentes de Tlaxiaco, que me fueron remitidos por la Seccion 2ª de esa Secretaría, y que tengo la honra de presentar á vd. en cumplimiento de la comision que se sirvió encomendarme.

México, Setiembre 9 de 1881.

SANTIAGO RAMIREZ.

INFORME

QUE RINDE

A LA SECRETARÍA DE FOMENTO

EL INGENIERO DE MINAS QUE SUSCRIBE

Sobre su exploracion en la Municipalidad de Tlaquiltenango perteneciente al Distrito de Tetecala del Estado de Morelos para el reconocimiento de unos supuestos criaderos de carbon.

Señor Ministro:

Sin embargo de que en la comunicacion que con fecha 25 del mes próximo pasado tuve la honra de dirigir á vd., avisándole mi regreso á esta capital, le expresé el desfavorable resultado de mi exploracion á los terrenos en que se suponia la existencia de unos criaderos de carbon mineral, me considero obligado á presentar el Informe que contiene los datos recogidos y utilizados en mi estudio, y los hechos que constituyen el fundamento de mi juicio.

Los estudios geológicos que ántes de ahora han estado casi abandonados en nuestro país, y que sólo de poco tiempo á esta parte se vienen emprendiendo por algunas comisiones científicas, de las que la mayor parte se han nombrado por la Secretaría del digno cargo de vd., constituyen los preliminares del conocimiento exacto de nuestro suelo que algun dia vendrá á considerarse como necesario, por más que hasta ahora haya sido ignorado casi completamente: y natural es dejar consignados estos estudios, por parciales que sean y por pequeños que se les su-

ponga, con tanta mayor razon, cuanto que, hechos bajo los auspicios, por disposicion y con recursos del Gobierno, revelan un esfuerzo en favor de un ramo cuya importancia, siempre reconocida por los hombres de estudio, está, por decirlo así, ejecutoriada por la autorizada voz del poder.

La ejecucion de estos estudios que son una página de la historia en que constan el empeño y los trabajos del Ministerio de Fomento, para salvar á la Industria, á la Administracion y á la Higiene de la crísis que las amenaza, tiene un interes negativo bajo el aspecto puramente industrial, que no carece de importancia; y bajo el aspecto científico, el interes que presenta es positivo, por los nuevos datos geológicos y litológicos que encierran, por más que su valor y su interes se hallen notablemente restringidos por la impericia del que los ejecuta.

A la fuerza de estas consideraciones, se agregan la de que en el oficio en que se sirve vd. honrarme con la comision á que doy cumplimiento, me pide el Informe correspondiente, y la obligacion que reconozco y acepto de dar á conocer las bases de mi opinion, á fin de que, si el error ha intervenido en su enlace, en sus aplicaciones ó en sus consecuencias, pueda éste ser conocido y denunciado, evitándose los efectos de una apreciacion inexacta.

Fijándome en la poblacion de Tlaquiltenango, Municipalidad perteneciente al distrito de Tetecala, por ser la más inmediata á los terrenos en que he localizado mi estudio, la tomaré como centro para las referencias que tendré necesidad de hacer, haciendo notar que está situada respecto de Cuernavaca en la direccion N.O.-20°-S.E. Este centro, como la mayor parte de los puntos de nuestro suelo, se halla rodeado por cerros más ó ménos considerables, que se extienden á más ó ménos distancia, presentándoles un horizonte limitado en todas direcciones.

Entre estos cerros es notable por su elevacion el cerro de Jojutla, desde cuya cima se puede dominar todo el Estado, por cuya razon se le designa con el expresivo nombre de «Mirador del Estado de Morelos.»

Este cerro está situado, respecto de Tlaquiltenango, en la direccion N.O.-10°-S.E., cuya situacion corresponde al punto culminante de la cima, con relacion á la torre de la iglesia.

Al S.O. de este punto están los pueblos de Tlalinchy, Panchimalco y Jojutla; al N.O. las haciendas de San Nicolás, Zacatepec y Treinta; al N.E. el pueblo de Tlaltizapan, al S.E., á los 40° el cerro Frio, en cuya falda N.O. está la ranchería llamada de La Era, á 12 kilómetros de Tlaquiltenango, cuya ranchería está en los terrenos explorados.

En estos terrenos se extienden diferentes cerros, en cuyas faldas se descubre la huella del paso de las aguas; de las que unas son producidas por las lluvias que corren por las vertientes en su descenso natural hácia las depresiones orográficas en que se encuentra su nivel, y otras son las que lleva el rio que, en sus crecientes, sale de madre, deslavando con sus corrientes las rocas de los cerros que las limitan.

En algunos de estos cerros se ha encontrado una roca arcillosa como las que presento en la pequeña coleccion geológica formada, marcada con el núm. 25, que es una pizarra á la que están adheridas diversas masas de carbon.

La presencia de esta sustancia hizo sospechar á los que la encontraron, y á la verdad con sobrado fundamento, la existencia de un criadero explotable de ella; y esa natural suposicion hizo que se presentara por los descubridores el denuncio, y que vd., señor Ministro, ordenara la exploracion que se sirvió confiarme.

La simple inspeccion del terreno en que los ejemplares de carbon se encuentran, y el modo con que este cuerpo está adherido á la roca, revelan que el punto de su yacimiento está muy léjos de constituir un manto; pues como se verá en la descripcion que es parte esencial del estudio geológico, no pasan de pegaduras de cortísimo espesor, de hilos de poca anchura ó de masas limitadísimas en su extension y en su volúmen. Pero lo que desde luego debió averiguarse, y lo que constituye el objeto de la investigacion y del estudio, es determinar si dichos hilos son indicios de la proximidad de un manto ó se hallan allí accidentalmente: el exámen geológico de la localidad conducirá á la resolucion de este problema.

He indicado que en los terrenos en que mi estudio debe localizarse, está establecida la ranchería llamada de La Era, y ésta será la que tome como punto de partida para mis referencias to-

pográficas. El suelo de esta ranchería se encuentra debajo de la caliza, en lajas extensas de un aspecto terroso; forma el piso del pueblo de Tlaquiltenango, donde tal vez recubre algunas cavidades más ó ménos extensas y profundas, pues el ruido producido por el paso de las cabalgaduras, es muy semejante al que se nota en las bóvedas.

Esta suposicion la he visto confirmada en el pueblo de Xochitepec, donde se presenta el mismo fenómeno en mayor escala, y donde tuve ocasion de examinar el terreno y observar en él algunas cuevas, en el reconocimiento que por encargo de la Sociedad Mexicana de Geografía y Estadística practiqué, asociado con mi inteligente amigo el Sr. Mariano Bárcena, en Diciembre de 1874.[1]

La roca que constituye este suelo está 120 metros más baja que la de la poblacion de Tlaquiltenango, y consiste en la pizarra que paso á examinar.

La ranchería de La Era se encuentra en la vertiente oriental de un cerro que, en su base, limita por la parte occidental el rio llamado de Ixtoluca, cuyas aguas, en este punto, corren en la direccion del Sur.

Avanzando en esta direccion y siguiendo el curso del rio, que á la distancia de 1,000 metros cambia de direccion, por lo que toma el nombre de Rio de la Herradura, á causa de la forma que le da este cambio, se llega á una eminencia formada por el mismo cerro, en la que las rocas que lo constituyen, que son las marcadas con los números 1 y 2, determinan una verdadera y perfecta estratificacion casi vertical, pues sólo tiene una inclinacion de 15° al O., siendo su direccion general de N. á S.

La roca marcada con el número 1, cuyo espesor medio es de 2 centímetros, parece servir de respaldo á la número 2, que en fragmentos tabulares y pequeños, llena los espacios que dejan entre sí las lajas de la primera, que son de 20 á 30 centímetros.

La roca núm. 1, que es una pizarra arcillosa, tiene un color gris azulado; es mate; su textura principal es pizarreña y la trasver-

1 Véase el «Informe Geológico de Xochitepec, que la Comision nombrada para estudiarlo presenta á la Sociedad de Geografía y Estadística.» —Boletin de la Sociedad.—Tercera Época. Tomo 2º, pág. 56.

sal desigual de grano fino, es blanda, dócil, y en la raspadura aclara su color y adquiere un ligero lustre.

Muy semejante á la roca núm. 1, de la que sólo difiere por el estado de agregacion de los fragmentos, que en lo general son pequeños, y se separan fácilmente unos de otros por sus caras de estratificacion, es la marcada con el núm. 2.

Dicha roca es la misma pizarra cuyo color dominante es el azul violado claro; la superficie es ligeramente curva, y así este carácter como la facilidad con que se desagregan los fragmentos, y áun la imperfeccion que sus planos de estratificacion presentan, revelan la accion erosiva de las aguas.

Al ejemplar que presento está asociada una pegadura de espato calizo. Esta sustancia se ve en distintos puntos del cerro, presentándose de diferentes maneras, pero en todas como sustancia accidental.

Unas veces está atravesando la roca, formando con su plano de estratificacion un ángulo de 50° á manera de una vetilla; y de estos hilos se ve un ejemplar marcado con el núm. 3; otras en partículas cristalinas, sobrepuestas á las lajas de la pizarra, presentando el aspecto sacarino, como en el ejemplar núm. 4, que es la misma pizarra; otras, en cristales medianos de algunos centímetros, que alternan con la pizarra, formando meras pegaduras, como en el ejemplar núm. 5 que pertenece al cerro del Serdeco; y otras, en fin, intercaladas en los hilos de carbon, como en el ejemplar núm. 25.

Intencionalmente he consignado el yacimiento de esta caliza, así como su variedad mineralógica, pues ambas circunstancias, que contribuyen aunque de una manera poco directa, á la clasificacion del terreno, apoyan mi juicio sobre el asunto á que este trabajo se refiere, viniendo á reforzar las razones que le sirven de fundamento.

En la falda del cerro y en la proximidad á la barranca, la pizarra presenta el aspecto del ejemplar núm. 6.

En éste, las lajas que constituyen la textura pizarreña están algo desagregadas, y la superficie libre, está ligeramente ondulada; caracteres ambos que revelan su contacto con las aguas en movimiento.

A la orilla del rio, la misma pizarra se presenta con alguna variedad en sus caracteres secundarios. El ejemplar núm. 7 es un tipo en que se dejan ver estas diferencias.

Los fragmentos son cuneiformes y en astillas; y cuando se secan despues de haber estado en contacto con el agua, no necesitan el golpe para la desagregacion de las partes separadas; éstas saltan por la simple presion y áun por el simple contacto; la superficie es rayada, y las rayas forman estrías divergentes.

Estas rocas, lo mismo que las anteriormente descritas, están agrupadas por lajas, formando una estratificacion.

Entre dichas lajas se encuentra una roca que es la misma pizarra más compacta, pues la textura en lajas es ménos marcada, y cubierta por una pegadura de arcilla endurecida, sobre la que están diseminadas pequeñas y delgadas masas de carbon, del que se descubren dos variedades: la más abundante la constituye el carbon fibroso, que tiene mucha semejanza con el carbon vegetal, y cuya mayor extension corresponde á 40 milímetros cuadrados; y la otra, más escasa, constituye una variedad más compacta y difícil de determinar por la escasez en que se encuentra, lo que hace casi imposible su separacion.

Esta variedad se encuentra adherida é incrustada no sólo en la pegadura de la arcilla, sino en la textura trasversal de la pizarra.

Los ejemplares en que este caso se presenta, están marcados con los núms. 8 y 8 bis.

Estas impresiones carboníferas, consideradas como indicio de la existencia de un manto, decidieron á los descubridores á abrir una pequeña cata que designaron con el nombre de «La Bonanza de Morelos.»

Los caracteres encontrados en esta excavacion, no variaron de los observados en la superficie, y sólo se presentaron con más claridad por estar los productos en que se observan fuera de las causas de alteracion que envuelven los agentes eruptivos.

Esta semejanza, y áun pudiera decirse esta identidad de caracteres, no solo se nota en los puramente mineralógicos y litológicos, sino tambien en los estratigráficos; pues aunque la textura de esta roca intermedia como se la puede llamar, no presenta el aspecto pizarreño con la claridad que en los ejemplares ántes

mencionados, y en todo el grupo de cuyo tipo pueden considerarse los representantes, tal diferencia puede considerarse como individual, pues en el conjunto se distinguen con toda claridad los planos de estratificacion; y por otra parte, la mayor capacidad que aquí se observa, depende de que las lajas, no habiendo sufrido el contacto directo ni el roce constante del agua, no han sufrido el principio de desagregacion que se debe á la accion de estos agentes.

El exámen que me ha conducido á la adquisicion de los datos expuestos, no se localiza al punto designado; lo extendí, como era natural, á una distancia suficiente para cerciorarme de la constancia en estos caracteres, y de que las rocas que los presentan no pueden considerarse como accidentales, sino propias de una formacion.

En toda la extension recorrida en esta region, no aparece otra roca que la pizarra arcillosa, como roca esencial, y como elemento accidental, el espato calizo.

Cinco kilómetros al N. E. del rancho de «La Era,» al pié de la vertiente N. del cerro llamado de «Los Izotes y Mezquitera,» está abierta otra cata que fué designada con el nombre de «San Cayetano;» y tanto en el punto descubierto por ella, cuanto en toda la formacion á que dicho punto pertenece, la roca es la misma que se acaba de describir.

La roca núm. 9, representante de la núm. 1, tiene un espesor que varía de 1.5 á 1.2 centímetros, y las lajas que la constituyen están separadas de 15 á 30, encajonando, por decirlo así, la roca núm. 10, que es la representante de la núm. 2.

Esta última, sin duda por la accion erosiva de las aguas, más enérgica por las condiciones en que está colocada cerca del rio, que en sus crecientes la cubre y en su curso la roza, se ha desagregado en el sentido de los relices, ó mineralógicamente hablando, de las caras de crucero; de las que, las principales son paralelas á la estratificacion, y las otras, más ó ménos inclinadas, forman en su conjunto una especie de sólido de crucero que da á los fragmentos una figura pseudo-prismática, que en algunos adquiere mucha regularidad.

Estos fragmentos no sólo se ven al romper la roca, sino áun en

el lugar mismo de su yacimiento, en que la desagregacion de las caras de crucero profundiza más ó ménos, y muy particularmente en la base del cerro en que el contacto con el agua del rio es más prolongado; siendo tal su estado de desagregacion en este punto, que la roca presenta el aspecto de un cascajo formado por fragmentos, en lo general agudos, pequeños, y muy pequeños.

Tambien se encuentra el espato calizo en la misma forma que en la region anteriormente descrita; y no es posible dejar de reconocer la identidad que existe entre los ejemplares 11 y 12, y los que ya se hicieron notar y están marcados con los números 4 y 5.

La direccion de las lajas de esta pizarra es tambien de N. á S., con una declinacion que en su máximo es de 10° al E, y su inclinacion de 15° al O.

En contacto con estas lajas y en posicion concordante con ellas, está la roca marcada con el núm. 13.

Esta roca es la misma pizarra entre cuyos relices hay unas pegaduras de arcilla endurecida, que tienen impresiones de tallos vegetales bastante confusos para poderse determinar, aumentando esta dificultad por la falta de hojas.

Dichas pegaduras se ven aisladas en los ejemplares marcados con el núm. 14.

Estas rocas son las mismas observadas en «La Bonanza de Morelos;» pues además de la identidad en su naturaleza, yacimiento y estratificacion, se encuentran en todo el terreno intermedio.

La constancia de estos caracteres la he reconocido en toda la orilla del rio, en una longitud de 1,000 metros á uno y otro lado del punto en que está la excavacion y en la pendiente del cerro, avanzando hácia la cima.

Encima de estas lajas está un conglomerado muy moderno, cuya pasta consiste en una mezcla muy imperfecta de arcilla, que parece haber provenido del deslave de la roca y tierra vegetal, y cuyos elementos constituyentes son fragmentos de la misma laja, y otros de sustancias extrañas llevados allí por la corriente de las aguas. En las eminencias que están á diferentes distancias de estos centros, abunda la caliza en el estado y forma que hice notar al principio.

Al S. E. de «La Era,» y á los 2,000 metros de distancia, el cerro del Serdeco, en su vertiente S. O. que limita el rio en su orilla N E., descubre con toda claridad la formacion, que consiste en lajas de pizarra, núm. 15, cuyo espesor medio es de 2.5 centímetros, su direccion N. E., 10° S. O., y su inclinacion de 15 á 20° al S. O.

Con esta pizarra alternan hilos de espato calizo, que forman pegaduras unas veces, y otras cortan la estratificacion, segun se ha hecho notar en las descripciones anteriores, y se ve en el ejemplar núm. 5.

El ejemplar marcado con el núm. 16 presenta un ejemplo de esta asociacion, sirviendo tambien para dar á conocer los caracteres de la capa fosilífera.

He elegido de preferencia este punto para continuar mi descripcion y recoger las rocas que contienen los datos, porque en él está abierta otra cata, designada con el nombre de «Sta. Teresa.»

En esta cata, como en toda la formacion observada, existen entre las lajas que ya he mencionado, otras en que las aguas han ejercido su accion erosiva, como en los casos análogos anteriores.

Además de la desagregacion comun en que los fragmentos separados dan al conjunto el aspecto de cascajo, pude observar los tipos que se ven en las rocas marcadas con los núms. 17, 18 y 19.

En la primera, la hoja más superficial, que en parte está desprendida, está en parte ondulada, presentando un tipo de la superficie que los mineralogistas llaman globosa.

En la segunda, la capa exterior, ligeramente ondulada, está partida en fragmentos cuadrados y rectangulares.

Y en la tercera, que parece haber sido rodada, la figura de los fragmentos es elipsoidal, y la desagregacion hecha por planos paralelos á uno de los ejes del elipsoide, produce unos meros husos elipsoidales de textura concoidea.

En posicion concordante con las lajas de esta roca, está la capa fosilífera del núm. 20, que, como se ve, es idéntica á la de «San Cayetano,» y junto con ella la núm. 21, que contiene incrustaciones de carbon.

Entre éstas hay algunas que tienen pegaduras de pirita, como se ve en el ejemplar núm. 22.

En estos ejemplares el carbon es el llamado fibroso, que, como

hice notar en otro lugar, está diseminado sobre la roca, en la que no ocupa sino extensiones muy limitadas. Sus fibras, que son las que determinan el nombre con que se designa la variedad á que pertenece, son muy visibles y marcadas, y le dan una notable semejanza con el carbon vegetal.

Además de esta manera de manifestarse el carbon, se presenta bajo otras tres formas: en pegaduras atravesadas por hilos de carbonato de cal, como en los ejemplares marcados con el núm. 23; en este caso los hilos calizos suelen ensancharse, formando placas como en el ejemplar núm. 24; pero esto no altera la forma, y no constituye un tipo diferente; en masas, incorporado tambien á la pizarra, é igualmente atravesado por hilos de la misma caliza, segun se ve en los ejemplares marcados con el núm. 25, y en lajas, en las que está impregnando la pizarra en términos que á primera vista parecen de carbon puro; si bien el exámen detenido de los ejemplares que á este tipo se refieren, no deja duda de su verdadera naturaleza.

Estas lajas presentan una textura pizarreña bien determinada, segun se puede ver en los ejemplares marcados con el núm. 26.

Hago mencion especial de este carácter, por las relaciones que existen entre él y el grado de pureza del carbon que lo presenta, y sobre el cual he llamado la atencion en el estudio que, por disposicion de vd., señor Ministro, acabo de hacer de unos ejemplares de carbon, procedentes de Tlaxiaco en el Estado de Oaxaca, y que tuve la honra de presentar á vd. con fecha 9 del corriente.

En este documento, en que por tratarse del estudio especial de un combustible determinado, me detuve á fijar el valor científico que á cada uno de los caracteres mineralógicos corresponde, hacia notar, al ocuparme de su textura, que miéntras ésta es más claramente pizarreña, el combustible es más impuro. Tambien dejé consignada la causa de esta relacion.

De estos diferentes tipos de carbon tomaré, para el estudio químico, este último y el que está en masas, por ser los que, aunque poco extensos, son los que presentan la masa suficiente para practicar el análisis.

Pero ántes de tocar este punto, fijaré las deducciones que del estudio geológico se desprenden.

Por la descripcion que antecede y por los ejemplares que forman la coleccion que la acompaña, se ve que toda la formacion recorrida está constituida por una sola roca, pues aunque se ha hecho mencion de la caliza, ésta constituye una capa independiente que no presenta relacion alguna con la pizarra de transicion.

En esta roca aparecen dos elementos esenciales en que conviene fijar muy particularmente la atencion: los que se refieren á su naturaleza mineralógica y los elementos estratigráficos.

Los primeros descubren el piso por ellos caracterizado, que es el de transicion inferior; y no hay vestigio, ni indicio, ni carácter alguno que acredite, ó haga sospechar por lo ménos, la presencia en él de las rocas de los dos terrenos superiores.

Esta sencilla deduccion geológica basta para comprender la ausencia de la formacion carbonífera que pueden hacer sospechar las muestras de carbon que se han mencionado.

Los elementos estratigráficos conducen á una deduccion semejante aunque ménos directa.

La estratificacion, segun se ha visto, es vertical, pues su inclinacion es tan ligera, que no basta á hacerle perder este carácter.

La presencia del carbon entre estas capas, puede tener dos explicaciones: ó es meramente accidental, ó pertenece á una capa carbonífera inferior, de la que, en el fenómeno eruptivo que alteró la posicion estratigráfica, se desprendieron y arrastraron las partes visibles.

Si esta segunda hipótesis tuviera algun fundamento racional, convendria emprender obras de investigacion para procurar el descubrimiento del manto; pero tal hipótesis no es admisible, por las razones que paso á apuntar.

Si la posicion estratigráfica fuera debida á una accion posterior ó accidental, las lajas no tendrian en su direccion ni en su inclinacion la constancia que se les observa en todos los puntos examinados, y en todas las alturas; y si debajo de ellas existiera una capa carbonífera, ésta deberia ser de la formacion de la ulla, encima de la cual deberian encontrarse los terrenos secundarios, representados por las rocas características de la arenisca roja. No siendo, pues, aceptable esta segunda suposicion, queda en pié

la primera, que se encuentra confirmada por caracteres positivos y negativos de verdadera importancia.

Entre los primeros figura como principal el yacimiento del carbon observado, que, como ya se ha dicho, consiste en hilos, en pegaduras, en masas pequeñas y diseminadas sobre una roca que no es la propia del carbon.

Los segundos consisten en la ausencia de los caracteres propios de los terrenos carboníferos.

Estos caracteres son de tres especies: los geológicos, los paleontológicos y los mineralógicos.

Entre los primeros, el que desde luego se presenta al exámen del terreno, consiste en la regularidad de la estratificacion; consistiendo ésta, no solamente en el paralelismo de las capas, sino tambien en su posicion, que es la horizontal, y en el órden en que están colocadas las rocas esenciales.

Aquí las lajas de la roca única que constituye el terreno, son, en efecto, paralelas, pero están casi clavadas; y si se comparan con la caliza que á la distancia parece cubrirlas, se nota la discordancia más completa, puesto que esta última roca es horizontal.

El segundo carácter de esta especie lo constituye el orígen arenáceo de las rocas, orígen que se revela en la textura, y áun en el modo de agrupamiento general como en los conglomerados, las brechas y los *poudingues*.

Las rocas estudiadas se han formado, es verdad, por la via sedimentaria; pero no creo que puedan referirse á un orígen arenáceo: la textura es pizarreña y la superficie lisa. El conglomerado de que se hizo mencion es muy moderno, y en rigor no debe llevar este nombre, pues se halla formado á expensas de la tierra que pudiera llamarse vegetal, y de las rocas encontradas en su contacto por las aguas pluviales.

El tercer carácter está determinado por la caliza carbonífera, en la que los depósitos de carbon tienen su asiento.

Esta caliza no existe, ni se descubren indicaciones de ella en toda la extension estudiada.

De los caracteres paleontológicos ninguna consecuencia puede sacarse, pues casi no existen fósiles en las rocas extraidas;

y los que se encuentran en la capa que he llamado fosilífera, y cuyos ejemplares se ven en la coleccion, consisten en tallos, que parecen pertenecer á plantas solanáceas difíciles de clasificar por la falta de las hojas.

Respecto de los caracteres mineralógicos, esto es, de los caracteres ministrados por la composicion mineralógica de las sustancias que se encuentran en los terrenos carboníferos, recordaré, en primer lugar, que estos terrenos se han formado por la via sedimentaria; y en segundo, que en un terreno de esta especie se distinguen dos clases de depósitos: los depósitos arenáceos, formados por la doble accion erosiva y sedimentaria de las aguas, que toman los elementos de formacion de las rocas que ya existian con anterioridad á esta accion, y los depósitos formados por la precipitacion química de los principios que estas mismas aguas contenian en disolucion; es decir, que dichas sustancias se han depositado por acciones mecánicas y por acciones químicas.

Haciendo abstraccion de estas últimas, y sin entrar en el análisis de las primeras, que darian á mi estudio un carácter didáctico, impropio de su naturaleza, sólo haré notar que dichas sustancias consisten en areniscas, conglomerados, brechas, arcillas pizarreñas, rocas de agregacion formadas por granitos, gneiss y mica-pizarras, fragmentos sueltos de cuarzo y feldespato, psammitas, y sobre todo el fierro carbonatado litoide que por su constancia en estos terrenos, es designado con el nombre de *mineral de hornaguera.*

Ninguna de estas sustancias se encuentran en esta formacion, y su ausencia en ella es tanto más notable, cuanto que las aguas que en ella sostienen un movimiento incesante, deberian arrastrarlas, si existieran, depositándolas en las depresiones hidrográficas, ó en los accidentes del terreno, que presentando un obstáculo á su marcha, forman diques que detienen los cuerpos sólidos que llevan en suspension.

En vista de esto puede deducirse que la formacion estudiada no es carbonífera, y que el carbon que se ve asociado á algunas de sus rocas, es puramente accidental, y no se presta á una explotacion.

Para concluir presentaré el análisis inmediato de los dos car-

bones que ofrecí estudiar; más con el objeto de no dejar trunco este trabajo, que con el de ofrecer un dato de interes que pueda ser utilizado por la industria.

NÚMERO 1.

Carbon en masas sobre la pizarra.

(Ejemplares núm. 25.)

Carbon	27	60
Cenizas	20	00
Sustancias volátiles y humedad	52	40
	100	00

La densidad de este carbon es 1.158; da mucho humo, desprende olor betuminoso, se aglutina y arde con llama blanca.

NÚMERO 2.

Carbon impregnando la pizarra.

(Ejemplares núm. 26.)

Carbon	18	00
Cenizas	37	00
Sustancias volátiles y humedad	45	00
	100	00

Su densidad es 1.485.

Arde con llama blanca y da mucho humo, con un olor poco betuminoso.

A continuacion presento el catálogo de la coleccion que acompaño á este Informe, y dándolo por concluido, cumplo, señor Ministro, con el muy grato deber de presentar á vd. la expresion de mi agradecimiento, por el nuevo testimonio de confianza con que se ha servido distinguirme.

Coleccion geológica de las rocas recogidas en los terrenos explorados en la Municipalidad de Tlaquiltenango, perteneciente al Distrito de Tetecala del Estado de Morelos.

Núm. de órden	Clase de las rocas y localidad en que se encuentran	Núm. de ejemplares
1	Pizarra arcillosa del cerro de Ixtoluca en «La Bonanza de Morelos»	1
2	Idem idem entre la estratificacion de la anterior	1
3	Espato calizo que corta la estratificacion de la pizarra anterior.	1
4	Pizarra con partículas cristalinas de espato calizo del mismo cerro	1
5	Idem arcillosa con cristales de espato calizo del cerro del Serdeco	1
6	Idem idem de la base del mismo cerro	1
7	Idem idem de la orilla del rio de Ixtoluca	1
8	Idem idem con pegaduras de arcilla, que contienen impresiones de carbon	4
8 bis	Idem idem con impresiones de carbon, atravesado por hilos de espato calizo	1
9	Idem idem de la cata de «S. Cayetano» en el cerro de los Izotes.	1
10	Idem idem interpuesta en las lajas de la anterior	1
11	Idem idem con partículas cristalinas de espato calizo, del cerro de los Izotes	1
12	Idem idem con cristales de espato calizo, del mismo cerro	1
13	Idem idem con impresiones de vegetales fósiles sobre una pegadura de arcilla	2
14	Pegaduras de arcilla endurecida con impresiones fósiles	3
15	Pizarra de la cata de «Santa Teresa» en la vertiente S.O. del cerro del Serdeco	1
16	Idem con pegaduras de espato calizo y de arcilla con impresiones de vegetales fósiles del mismo	1
17	Idem de superficie globosa, de la cata de «Santa Teresa»	1
18	Idem idem dividida en fragmentos cuadrados y rectangulares.	1
19	Fragmentos de la pizarra rodada del mismo lugar	3
20	Pizarra de la capa fosilífera de la cata de «Santa Teresa»	2
21	Idem con incrustaciones de carbon de la cata de «Sta. Teresa».	4
22	Idem idem con pegaduras de pirita, del mismo	1
23	Idem con pegaduras de carbon, atravesadas por hilos de carbonato de cal	2
24	Idem idem y alternadas con láminas de espato calizo	1
25	Idem con carbon en masas atravesado por hilos de espato calizo.	4
26	Idem en lajas, impregnada de carbon, de la cata de «Sta. Teresa».	2
	Número total de ejemplares	44

México, Setiembre 14 de 1881.

SANTIAGO RAMIREZ.

EL PODER CALORÍFICO

DE LOS COMBUSTIBLES MINERALES

POR EL

INGENIERO DE MINAS SANTIAGO RAMIREZ.

La generalidad con que se ha reconocido la importancia de los combustibles minerales, y la necesidad de su empleo que están palpando todos los que directa ó indirectamente tienen alguna relacion con los adelantos industriales, hacen que los descubrimientos de criaderos carboníferos sean considerados, y con justicia, como centros de riqueza de una importancia superior á la de cualquiera de los otros productos de la naturaleza.

Como consecuencia inmediata de esta consideracion, se han desarrollado en nuestro país los trabajos de exploracion en busca de estos codiciados criaderos; y es de suponer que dichos trabajos, por imperfectos é insuficientes que parezcan en su orígen, sean el principio de empresas formales que provean al mercado nacional de este elemento tan indispensable para la existencia, la marcha, el adelanto y la prosperidad de sus industrias.

Esta sencilla apreciacion, que está fundada solamente en el exámen y el conocimiento del modo de ser de las cosas, nos trae el recuerdo de un descubrimiento de notoria importancia en nuestro suelo: el del rico Mineral de Huitzuco, en el Estado de Guerrero, en el que los exploradores que buscaban el mercurio, encontraron unas *piedras coloradas* que no sabian lo que eran, y que los primeros á quienes fueron mostradas las desecharon desde-

ñosamente, suponiéndolas fragmentos inútiles de ladrillo, de algun horno antiguo establecido en la localidad.

En México, á excepcion de ciertas exploraciones científicas y sistemadas, emprendidas por el Gobierno y localizadas en puntos determinados, los trabajos de este género son efectuados por personas que, careciendo de los conocimientos suficientes, ni siquiera pueden apreciar el valor que tienen los objetos que se les presentan en el campo de sus exploraciones.

Multitud de veces hemos encontrado en nuestras expediciones mineras, desgraciados que han consumido su tiempo, sus fuerzas y sus recursos, que se sueñan dueños de *minas* que han descubierto, de mercurio, de oro y áun de diamantes, quienes en apoyo de su verdad nos han presentado ejemplares de óxido de fierro, pirita y cristal de roca, contestando con una sonrisa de desden ó con una mirada de desconfianza, á la opinion con que les hemos manifestado su error: y no hace mucho se nos han mostrado ejemplares de chorlo, obsidiana, tremolana y actínota, como excelente carbon de piedra.

Deseosos de poner entre las manos de los exploradores puramente prácticos, medios expeditos para que fijen su juicio, hoy que con tanto empeño se buscan los criaderos de carbon, vamos á indicarles un procedimiento igualmente práctico, que en cuanto sea posible les impida extraviarse en sus nobles investigaciones.

No entrarémos en la descripcion de los combustibles, porque siendo difícil poder apreciar en su verdadero valor los caracteres que la constituyen, la equivocacion en algunos de ellos puede ser causa de una confusion en las deducciones; así es que darémos la preferencia al carácter químico que más importa conocer, porque es el que tiene su aplicacion en la industria y determina el valor esencial de los combustibles: el poder calorífico.

Para la exposicion del método que vamos á señalar y del fundamento en que se apoya, necesitamos invocar algunos principios científicos y fijar la verdadera naturaleza de algunas definiciones.

Los combustibles están compuestos de carbon, hidrógeno y oxígeno, y algunas veces de azoe.

La proporcion en que estos elementos se encuentran, es sus-

ceptible de variar en límites muy extensos: mas para que al cuerpo formado por ellos corresponda el nombre de combustible, es necesario que dichos elementos entren en proporciones tales, que el carbon sea suficiente para formar ácido carbónico por su combinacion con el oxígeno, y el hidrógeno lo sea para formar agua por su combinacion con el mismo cuerpo.[1]

Esta doble combinacion se efectúa por medio del calor; pues nadie ignora que cuando se calienta un combustible al contacto del aire, entra en incandescencia, absorbe el oxígeno, se convierte en gas y desaparece poco á poco. Este conjunto de fenómenos constituyen el fenómeno de la combustion, y durante él, se desarrolla una cantidad de calor más ó ménos considerable, que es la que se utiliza en la práctica.

La facultad de desarrollar calor es la que constituye el poder calorífico, que será tanto mayor cuanto mayor sea la proporcion en que entren los elementos que sostienen la combustion.

Para apreciar y medir el poder calorífico, se toma por unidad la *caloría*, que es la cantidad de calor necesario para elevar la temperatura de un kilógramo de agua de 0 á 1 grado.

A primera vista parece que para venir en conocimiento del poder calorífico de un combustible, es necesario conocer su composicion; y si así fuere, el análisis seria una condicion previa, indispensable para esa determinacion; mas por fortuna no es así; y sin necesidad de un análisis, que es operacion algo difícil para las personas puramente prácticas, se puede venir en conocimiento de aquel factor tan esencial.

En efecto, se sabe que las cantidades de calor emitidas por diferentes combustibles son proporcionales á las cantidades de oxígeno que absorben en su combustion; de suerte que, teniendo un medio de determinar el peso de oxígeno que un combustible absorbe al arder, se puede determinar el poder calorífico, puesto que, conociendo este peso, se puede descubrir el del carbon que se ha combinado con él para formar ácido carbónico, y el del hidrógeno para formar agua; y ya teniendo este dato, basta compararlo con el análogo de un cuerpo cuyo poder calorífico se ha

1 El ácido carbónico es un compuesto de un átomo de carbon y dos de oxígeno; y el agua de un átomo de oxígeno y uno de hidrógeno.

determinado por la experiencia, como por ejemplo, el carbon puro.

La química presenta este medio en la propiedad que tienen algunos óxidos metálicos de reducirse cuando se les calienta en contacto con un combustible, al que ministran la parte de su oxígeno necesaria para las trasformaciones indicadas, del carbon en ácido carbónico y del hidrógeno en agua.

Para aprovechar esta propiedad, es necesario que la composicion del óxido empleado sea bien conocida y que esté exento de materias extrañas; y así, por el peso del cuerpo reducido, se viene en conocimiento del oxígeno ministrado, que es el absorbido por el combustible cuyo poder calorífico se busca.

El óxido de preferencia empleado es el de plomo llamado litargirio, que se compone de un átomo de plomo y de uno de oxígeno; y mezclado éste con el combustible reducido á polvo muy fino en la proporcion suficiente, esto es, en una cantidad de 30 á 40 veces su peso, se le pone en un crisol de barro suficientemente grande para que sólo se ocupe la mitad, se pone una capa de litargirio que cubra la mezcla, y sobre un *queso* se pone en un horno de calcinacion, calentado de antemano y bien encendido; se cubre con su tapa y se calienta gradualmente.

Cuando la fusion ha concluido, lo que se conoce cuando termina el hervor y la hinchazon de la masa, se cubre el crisol con carbon y se aviva el fuego por medio del soplo durante diez minutos; despues de lo cual se extrae el crisol, vertiendo la masa líquida que contiene en una payonera como en los ensayes de plata, ó bien dejándolo enfriar para separar despues, por la ruptura del crisol, la masa que contiene, y que está compuesta de las escorias formadas y el plomo reducido.

Este se limpia en el yunque por medio del martillo, con lo que se prueba su ductilidad; la que debe ser perfecta para que el resultado sea admisible, pues si el plomo es quebradizo, hay necesidad de repetir la operacion.

El plomo, despues de limpio, se pesa; y con este peso se tienen ya los datos necesarios para determinar el poder calorífico.

Veamos cómo.

La primera cuestion que desde luego se presenta y cuya resolucion es necesario tener á la vista, es fijar la cantidad de oxíge-

no que ántes de la reduccion estaba combinada con este peso de plomo formando litargirio.

Para resolverla, recordarémos que el peso atómico del plomo es de 1300, y que para formar el litargirio, se combina con un átomo de oxígeno cuyo peso es 100.

Esto supuesto, si 1300 partes de plomo se combinan con 100 de oxígeno para formar el litargirio, las partes contenidas en la masa de plomo obtenida, que llamarémos p, se combinarán con el peso de oxígeno buscado.

Tal raciocinio conduce á la proporcion

$$1300 : 100 :: p : x = \frac{p}{13}$$

cuyo cuarto término da el peso del oxígeno que ministró el litargirio para la combustion.

La adquisicion de este dato da orígen á la segunda cuestion, que se puede plantear en estos términos: ¿qué cantidad de carbon ha sido necesaria para absorber en su combustion la cantidad x de oxígeno?[1]

En nuestra nota anterior dijimos que el ácido carbónico—que es el compuesto que forma el carbon al quemarse—consta de un átomo de carbon y dos de oxígeno. Y siendo el peso atómico del carbon 75, nos bastará averiguar qué cantidad de carbon se combinará con x de oxígeno, ya que 75 del primer cuerpo se combina con 200 del segundo, cuyo dato se obtiene por la proporcion

$$200 : 75 :: x : y = \frac{75\,x}{200} = \frac{75}{200} \times \frac{p}{13} = 0.375\,\frac{p}{13}$$

Conocida ya la cantidad de carbon, tanto fijo como equivalente al hidrógeno contenido en el combustible, basta hacer la comparacion ántes indicada para tener el poder calorífico.

El del carbon puro es, segun las experiencias de Fabre y Silbermann, de 7833 calorías; así es que, multiplicando por este factor el que representa la cantidad de carbon equivalente, que se·

1 Se hace abstraccion del hidrógeno que en la práctica se hace reemplazar por el carbon equivalente.

gun lo expuesto está representada por la expresion $0.375 \frac{p}{13}$, se tiene para el poder calorífico representado por Pc

$$Pc = 0.375 \times \frac{7833\ p}{13}$$

ó más sencillamente, efectuando las operaciones indicadas, se tiene la fórmula

$$Pc = 226\ p$$

De esta fórmula se puede deducir una regla práctica para determinar el poder calorífico de un combustible.

Esta regla consiste en multiplicar el peso del plomo reducido del litargirio, por el coeficiente constante 226.

En la serie de operaciones que hay que practicar en la ejecucion de este método, que es el señalado por Berthier, se determina el carbon equivalente contenido en el combustible, que en nuestra fórmula está representado por

$$y = 0.375 \times \frac{p}{13}$$

ó bien

$$y = 0{,}03\ p$$

de lo que se infiere que para obtener la cantidad de carbon equivalente contenido en un combustible, basta multiplicar por el coeficiente 0,03 el peso del plomo obtenido por la reduccion del litargirio.

Comparando el guarismo que representa este factor con el que representa la cantidad de carbon encontrado directamente por el análisis, se ve que este último es siempre menor que aquel; siendo la causa de esta diferencia, que la cantidad que corresponde al análisis sólo representa el carbon fijo; miéntras que el que se obtiene por la reduccion del litargirio, comprende además el carbon que se desprende entre las materias volátiles, y el equivalente del hidrógeno que forma parte de éstas y que contribuye á la reduccion del mencionado óxido, combinándose con una fraccion proporcional de su oxígeno para formar agua.

Con el objeto de fijar al factor *p* el valor que en el cálculo

indicado le corresponde, es necesario recordar que una parte de carbon puro da 34 partes de plomo reducido; por consiguiente, el peso de plomo que se obtenga en la operacion, habrá que dividirlo por 34 y multiplicarlo por el número que, multiplicado por el peso del combustible empleado, dé por producto 100.

Para las aplicaciones industriales, esta diferencia no debe tomarse en consideracion; mas si se tratara de eliminar el hidrógeno y el carbon volátil del combustible, bastaria secarlo y destilarlo previamente, pero en la generalidad de los casos esto es innecesario.

La facilidad con que se practican estas operaciones, los pocos elementos que necesitan, y los limitados conocimientos que requieren, son causas poderosas para extenderlas y generalizarlas; y por su medio se pueden adquirir los datos suficientes para que los exploradores no se extravien en sus juicios ni inutilicen sus trabajos, sacando todo el partido que son susceptibles de proporcionarles los resultados ventajosos que logren obtener en sus investigaciones mineras.

SANTIAGO RAMIREZ.

EL DOMINIO RADICAL

DE LOS CRIADEROS DE CARBON.

ESTUDIO MINERO-LEGAL

POR EL

INGENIERO DE MINAS SANTIAGO RAMIREZ

Antiguo alumno del Colegio de Minería.

Hoy que la industria tiene fijas las miradas en uno de sus más interesante recursos que la minería le presenta en una perspectiva no lejana, y que la atencion general está pendiente de los trabajos de exploracion que el Gobierno ha mandado practicar en los terrenos carboníferos de la República, creemos conveniente emitir nuestra humilde y desautorizada opinion sobre un asunto que, aunque para nosotros es claro, como todo lo que está consignado con la precision de un precepto, tienden á hacerlo dudoso ciertas apreciaciones hechas en contrario, que parecen reconocer por único fundamento el interes personal mal entendido.

Tenemos noticia de que algunos propietarios de fincas rústicas, en cuyos terrenos se encuentran criaderos de carbon, se han opuesto á que se practiquen las exploraciones consiguientes, y por consecuencia, á los trabajos de explotacion inmediatos; consistiendo el fundamento de su oposicion en que los carbones, siendo cuerpos orgánicos en su orígen, no son minerales, y no están, por lo mismo, sujetos á las leyes especiales de Minería.

Por especiosa que sea esta razon, y por insostenibles que resulten las pretensiones á que sirve de fundamento, el caso es que ha-

cen retroceder las exploraciones, entorpecen la explotacion y desaniman al espíritu de empresa.

Confesamos que esta noticia nos ha causado alguna alarma, obligándonos á poner bajo nuestra torpe pluma la cuestion á que se refiere.

Esta cuestion, como todas las de su especie, debe ser examinada bajo dos aspectos: el técnico y el legal; el primero de los cuales da á conocer los motivos en que se fundan las prescripciones contenidas en la ley.

Fijándonos desde luego en el primero, vemos saltar á la vista la consideracion de que el orígen no tiene influencia alguna en el papel que las materias explotables desempeñan en la complexa marcha de la administracion pública; sea por su valor como mercancías, por sus aplicaciones como objetos industriales, por su necesidad como materias primas, ó por su interes como fuentes de trabajo.

En efecto: ¿se conoce acaso el orígen del oro, de la plata, del fierro, del mercurio, ó de alguno de esos cuerpos para cuya explotacion hay reglas precisas, prescripciones seguras y leyes especiales?

Y el diamante, que es la más preciosa de las piedras, ¿no está formado por el mismo cuerpo que da el carácter de orgánicos á los combustibles minerales?

Tan es exacto, que en las consideraciones científicas nada tiene que ver este carácter, que aunque los carbones son *cuerpos de orígen orgánico, que se hallan sepultados naturalmente entre las capas terrestres y colocados fuera de las condiciones normales de existencia*, por cuya razon parece que debia convenirles el nombre de combustibles fósiles, el uso y la costumbre, autorizados por la ciencia, fijándose en su modo de ser actual, en los caracteres que presentan, en la regularidad de su yacimiento, y áun en su modo y condiciones de explotacion, los considera como *cuerpos brutos, formados naturalmente, sin el concurso de las fuerzas vitales* — las que evidentemente no tomaron parte en la trasformacion que dió lugar á sus caracteres actuales — *y sin el auxilio del arte;* por cuya razon se les designa con el nombre de *combustibles minerales.*[1]

1 Véase *El Minero Mexicano*, tomo VIII, pág. 124.

Y no es esta una cuestion de puro nombre; pues si bajo el aspecto mineralógico, los combustibles ocupan un lugar en el catálogo de los minerales conocidos y su estudio es del resorte de la Mineralogía, bajo su aspecto oriotognóstico son y han sido siempre el objeto de una explotacion especial, que es y siempre ha sido del dominio de los principios, de las reglas y de las leyes especiales de Minería.

En efecto, en las exploraciones de estos combustibles, guian los mismos principios, las mismas consecuencias y las mismas relaciones geológicas que en las de los metales y demas cuerpos cuyo dominio esencialmente minero, nadie ha puesto en duda: en la explotacion se necesita la apertura de excavaciones de investigacion, auxiliares y de disfrute; la fortificacion, ventilacion y desagüe de dichas excavaciones, para lo que se emplean los mismos útiles, las mismas máquinas y los mismos medios que para la explotacion de los criaderos de plata; el tumbe, trasporte, extraccion y limpia, y en una palabra, consiste en una serie de trabajos que constituye una empresa especial, tanto en la parte técnica como en la económica y administrativa, y por consiguiente en la legal.

Sin fijarnos todavía en esta última, que aunque en nuestro caso es la decisiva, la reservamos para tratarla despues por el carácter autoritativo que tiene, nos detendrémos en otra consideracion que de por sí tiene sobrado peso y que se desprende de la que en el párrafo anterior dejamos apuntada.

Este conjunto de operaciones especiales, son del resorte de una empresa especial, que necesita especialidad de conocimientos, especialidad de trabajos, especialidad de capitales y áun especialidad de vocacion.

Los propietarios de los terrenos en que se encuentran los criaderos carboníferos comprendidos en el caso que motiva estas reflexiones, son generalmente hacendados; esto es, agricultores, y los agricultores no son mineros.

Un agricultor tiene un capital más ó ménos cuantioso invertido en el giro de su hacienda: distraer una parte de este capital para invertirlo en la explotacion de los criaderos que ocultan los terrenos de sus posesiones, es desatender sus labores, siembras,

engordas y demas operaciones del campo, para acometer una nueva empresa, desconocida, dudosa y heterogénea, para la que tal vez resulta insuficiente el capital que á la empresa agrícola se le ha cercenado; y entónces, ambas empresas languidecerán, por haberse abarcado sin los elementos suficientes.

Muy poco cuerdo será el agricultor que repentinamente pretenda volverse minero; y si la sensatez le aconseja no dividir su atencion, su vigilancia, su inteligencia y su capital, sino por el contrario, concentrar todos estos elementos en el giro que ya conoce, resulta que tiene que dejar abandonados y ocultos esos tesoros, por considerables que sean, para no tener que lamentar las consecuencias de aquella falta de cordura, que serán tan funestas como inevitables.

Y siendo esto así, ¿cuál será el resultado de un abandono semejante? Que aquella riqueza permanecerá ignorada; que el trabajo que en su explotacion deberia desarrollarse, permanecerá en el estado latente; que los individuos que en él debieran hallar ocupacion, permanecerán en la ociosidad ó en el crímen; que las familias que con el jornal de aquellos podrian subsistir, gemirán en la miseria; que las necesidades que con los productos explotados quedarian satisfechas, serán más apremiantes, y en suma, que en vez de los bienes que hace producir la actividad, se tendrán los males que crecen á la sombra del abandono.

Y un cambio tan desfavorable y tan trascendental, ¿puede permitirlo el Estado, que es el dueño natural de las minas? ¿Pueden autorizarlo las leyes, que son las protectoras de los intereses sociales?

La respuesta de esta natural interpelacion salta á la vista.

Nuestras sábias Ordenanzas, á cuyas prescripciones tendrá la Minería que estar sujeta en su parte legislativa, sean cuales fueren las modificaciones que se impriman al código que las contiene, consignan, como fundamento de sus principales resoluciones, el axioma administrativo de que «es muy justo y conveniente premiar con especialidad y distincion á los que se dedican á los descubrimientos de nuevos Minerales.»

La concesion de las minas á los que las han descubierto, las considera como un premio especial y distinguido, no motivado

por el favor ni por la gracia, sino aconsejado por la justicia y la conveniencia.

Esta concesion la hace el Estado en uso de un derecho de propiedad; propiedad que está fundada, así en la naturaleza y orígen de las minas, como en las leyes anteriores, reunidas y coordinadas en la Nueva Recopilacion.

Este derecho de propiedad es indisputable; y si pudiera ocurrir alguna duda fundada en las alteraciones que las Ordenanzas han sufrido, el Código Civil vigente, formado en la atmósfera de las más modernas instituciones y de las más ámplias libertades, al asegurar la propiedad en general, excluye de ella la propiedad de las minas, por este precepto terminante que constituye su artículo 829: « El propietario de un terreno es dueño de su superficie y de lo que está debajo de ella. Por lo mismo, podrá usarlo y hacer en él todas las obras, plantaciones ó excavaciones que quiera, salvas las restricciones establecidas en el título de las servidumbres, y *con sujecion á lo dispuesto en la legislacion especial de minas* y en los reglamentos de policía. »

Y la legislacion especial de minas dispone que el que descubra un criadero, tenga el derecho de denunciarlo; y á la autoridad competente impone la obligacion de admitir el denuncio, y de no atender al que se presente despues, y de adjudicarle el fundo, y de ponerle en posesion de él, previos los trámites establecidos.

De suerte que, para que el dueño de un terreno pueda hacer en él todas las obras de explotacion que quiera, necesita comenzar por hacer el denuncio del criadero como si no fuera propietario del terreno en que se encuentra.

El artículo 14 del título VI de las mencionadas Ordenanzas, no deja duda cuando dice que « cualquiera puede descubrir y « denunciar Veta ó Mina, no sólo en los términos comunes, sino « tambien en los propios de algun particular. » Impone, como es de justicia, el pago del terreno ocupado, y la indemnizacion de los perjuicios hechos.

Y esto no es así porque lo dice la ley; la ley lo dice porque así es, y porque así debe ser.

Podiamos, en apoyo de este juicio, recorrer la legislacion minera de diferentes países, pues nuestra inclinacion por estos es-

tudios nos ha permitido reunir algunas; pero nos limitarémos á citar las leyes de Minería en Francia, señalando los rasgos históricos que consideramos más conducentes.

El 28 de Julio de 1791 se expidió, con el título de *ley relativa á las minas*, una ley cuyo proyecto fué redactado por Regnault (d'Epercy), y discutido en las sesiones del 21 y 27 de Marzo.

En esta interesante discusion, el eminente Mirabeau pronunció un erudito y elocuente discurso, en el que, sosteniendo el mismo principio en cuyo favor trazamos estos desaliñados renglones, encontramos estas terminantes palabras: «Sea cual fuere el derecho de un propietario, es necesario, ó que explote ó que deje explotar.»

Y este principio, presentado con toda la sencillez de una verdad innegable, y con toda la fuerza de un axioma indiscutible, invocado con tan extraordinaria oportunidad y aplicado con tan escrupulosa exactitud, vino á ser el núcleo de sus más robustos argumentos, y el alma de una parte no pequeña de su brillante peroracion.

En este notable documento, que sentimos no poder trascribir, y quisiéramos dar á conocer por las cuestiones económicas que trata, por los principios científicos que invoca y por las bellezas literarias que contiene, el prevenido tribuno, anteocupándose de las objeciones con que le pudieran combatir sus adversarios, coloca en primera línea la que considera como una violacion del derecho de propiedad, la obligacion que se impone al propietario que no quiera explotar las minas contenidas en sus posesiones, de ceder la parte de la superficie que sea necesaria para la explotacion.

«Yo sostengo, dice con la enérgica virilidad de su robusta palabra que brota del seno de una conviccion profundísima, que seria un absurdo considerar esta ley como una violacion. La necesidad de esta medida no constituye una idea particular del proyecto presentado por la Comision: es comun á todos los sistemas; y habria la misma necesidad de adoptarlo, ya se consideraran las minas como una dependencia del suelo en que tienen su yacimiento, ya libres para concederlas al primero que las solicitara.

Una mina, agrega, se extiende muy frecuentemente en terrenos

que constituyen una multitud de propiedades. Se la descubre por un pozo que se abre en un terreno; se la ventila por una lumbrera trazada en otro; se la habilita por excavaciones diferentes hechas en un tercero; la extraccion tiene lugar por un socavon abierto en otro diferente. En vista de esto, ¿admitís, por parte de cada propietario, un derecho de oposicion tan absoluto que nada ni nadie pueda forzar? Entónces será imposible explotar las minas. ¿Dejaréis en pié la posibilidad de ejercer esta oposicion, dejando al propietario el derecho de vender su consentimiento á un alto precio? ¿Por qué la ley no ha de fijarlo, tratándose de una cuestion de utilidad pública? ¿No lo hace así respecto de las calles, de los caminos y de los canales? Convengamos en que el artículo que se consulta en el proyecto, no lastima en manera alguna el derecho de propiedad.»

Siguiendo en su vigorosa y bien sostenida anteocupacion, el orador examina otra serie de objeciones que despedaza y pulveriza con la maza de la razon, hábilmente manejada por su privilegiado talento.

Despues de una discusion tan luminosa y tan interesante como la que ocupó los dos dias mencionados, y despues de haber oido el dictámen de sus Comisiones unidas de hacienda, de agricultura y comercio, de dominios é impuestos, la Asamblea Nacional expidió, con el carácter de constitucional, la ley citada, cuyo primer artículo, que por tener varias veces necesidad de citar, nos vemos obligados á trascribir, dice á la letra: «las minas y los criaderos, «tanto metálicos como no metálicos, así como los betunes, *carbones de tierra ó de piedra*, y piritas, son del dominio de la nacion «en cuanto á que estas sustancias no podrán explotarse sino con «su consentimiento y bajo su vigilancia, etc.»

Posteriormente se expidió la ley de 21 de Abril de 1810, cuyo primer proyecto se formó el 14 Brumario, es decir, en Octubre y Noviembre de 1805. El 1º de Febrero de 1806 comenzó, en el Consejo de Estado, la discusion que ocupó veinticinco sesiones, en las que se hicieron siete redacciones sucesivas: Regnault de Saint Jean d'Angely presentó la exposicion de motivos el 13 de Abril de 1810, y Stanislas Girardin presentó su dictámen el mismo dia en que fué votada dicha ley.

Esta, en su art. 5º, dice: «Las minas no pueden explotarse sino «en virtud de una concesion, discutida en Consejo de Estado.»

El 17 de Marzo de 1835, el Ministro del Interior M. De Theux presentó á la Cámara un proyecto que pasó al estudio de una Comision, y M. Brixhe abrió dictámen el 14 de Mayo de 1836, en armonía del cual fué aprobada la ley que se consultó. Esta pasó al Senado, donde sufrió algunas modificaciones, quedando definitivamente votada el 12 de Abril de 1838. En esta ley se detallan las indemnizaciones del propietario expropiado, y se le concede el derecho de preferencia para nuevas concesiones, si justifica tener los elementos suficientes para emprender y llevar los trabajos en los términos prescritos por la ley (art. 11).

En el proyecto de ley presentado por M. E. Pirmez, en el período de 1862 á 1863, votado el 15 de Abril del mismo, aprobado con el dictámen del Senado el 30 de Junio de 1865, y expedido el 8 de Julio inmediato, se exige como indispensable el permiso del dueño, cuando las obras de explotacion hayan de hacerse en las casas, jardines, almacenes, etc., ó á una distancia menor que 100 metros. A una distancia mayor, el permiso no es ya necesario.

Por esta ligerísima reseña se ve que en Francia, donde la Minería ocupa en la Administracion pública un lugar tan preferente, y donde este ramo se halla tan bien comprendido y con tanta disciplina, órden y método arreglado, el principio que venimos sosteniendo se conserva en pié despues de un siglo de modificaciones á la ley, y de luminosísimos debates.

En Inglaterra, donde la explotacion de la ulla constituye la primera de sus industrias, al gobierno casi se le reconoce el derecho de ser el único exclusivo dueño de todo el tráfico, de todo el comercio y de todas las industrias que en el país se ejercen, comprendiéndose, por supuesto, la minera.

En Rusia rige tambien el principio general de que todos los minerales pertenecen al emperador, siendo este principio la base de la legislacion minera.

En la India se ve brotar el mismo principio de la extravagancia, y áun pudiera decirse, la ridiculez con que se castiga á los que trabajan las minas, de quienes recibe el gobierno una parte considerable de los productos.

En vista de este testimonio, que pudiéramos llamar unánime, no puede ponerse en duda el dominio radical de las minas, que debemos aceptar sin contradiccion, en su esencia y en sus efectos, en su orígen y en sus aplicaciones.

Pero podria objetarse que todo lo que se ha dicho, y más que pudiera decirse, es aplicable á las minas en general, pero no á las de carbon cuyo orígen es orgánico.

Además de las razones científicas con que ya combatimos esta opinion, podemos y debemos exponer las que tienen su orígen en la ley, y que se presentan con el carácter y la fuerza de las prescripciones legales.

El art. 22 del tít. VI de las Ordenanzas mineras, dice de una manera tan general como explícita: «Asimismo concedo que se puedan descubrir, solicitar, registrar y denunciar en la forma referida, no solo las minas de oro y plata, sino tambien las de piedras preciosas, cobre, plomo, estaño, azogue, antimonio, piedra calaminar, bismuto, sal gema, y *cualesquiera otros fósiles*, ya sean metales perfectos ó medios minerales, *bitúmines* ó jugos de la tierra, dándose para su logro, beneficio y laborío, en los casos ocurrentes, las providencias que correspondan.»

Este artículo permaneció con la vaguedad que en la parte final copiada se nota, hasta el año de 1865, en que se expidió el decreto de 6 de Julio, en el que, reconociendo en todo su vigor este principio, se dice en el art. 1º: «Nadie puede explotar minas de sal, fuente ó pozos y lagos de agua salada, *carbon de piedra*, betun, petróleo, alumbre, kaolin y piedras preciosas, sin haber obtenido ántes la concesion expresa y formal de las autoridades competentes, y con la aprobacion del Ministerio de Fomento.»

Y en el art. 10, en que se fijan las pertenencias y dimensiones que deben tener, en el caso relativo á la posesion de cada uno de los criaderos de las sustancias indicadas, señala como pertenencia «para el *carbon de piedra*, betun, petróleo y pozos salados, un cuadrado de un kilómetro por lado.»

En el art. 1º de la ley francesa de 28 de Julio de 1791, que con otro motivo citamos, están comprendidos los criaderos de *carbon de tierra* ó *de piedra*.»

La ley de 21 de Abril de 1810, de la que copiamos el art. 5º,

dice en su art. 2°: «Serán consideradas como minas, las que se sabe contienen en vetas, en capas ó en masas, oro, plata, platina, mercurio, plomo, fierro en vetas ó capas, cobre, estaño, zinc, calamina, bismuto, cobalto, arsénico, manganeso, antimonio, molibdeno, plombagina ú otras materias metálicas, azufre, *carbon de tierra ó de piedra, madera fósil, betunes,* alumbre y sulfatos de base metálica.»

Debemos hacer notar que en esta extensa nomenclatura se confunden cuerpos de orígen diferente; lo que viene en apoyo de lo que ántes asentamos, de que el orígen no tiene influencia, ni relacion, ni significado, ni valor, en el carácter propio de las sustancias explotables, que son del resorte de las ciencias, de las artes y de las leyes mineras.

Tambien conviene recordar que el proyecto de ley á que el citado artículo se refiere, sufrió siete redacciones distintas y veinticinco sesiones de discusion: de lo que se infiere, ó que el principio sostenido en esta ley fué considerado en tan largos debates, como evidente, ó que las razones emitidas para sostenerlo fueron de tal valor, que lo sacaron triunfante en tan notable discusion.

Como quiera que sea, el resultado de un trabajo intelectual tan laborioso, precedido de tantos antecedentes, y alumbrado por tan notoria ilustracion, constituye por sí solo un criterio, al que parece deben, en buena lógica, referirse las apreciaciones todas, hechas sobre este asunto tan interesante.

Concretándonos, despues de lo expuesto, con nuestras reflexiones y nuestras ideas al caso especial de nuestras condiciones particulares, creemos que si el principio que venimos sosteniendo fuera menospreciado por las autoridades á quienes corresponde conservar su vigor, y se diera el caso de que la oposicion de un propietario fuese atendida, la naciente industria de las explotaciones carboníferas quedaria herida de muerte; y este golpe seria tanto más rudo, cuanto que dicha industria necesita todo el apoyo, toda la libertad y todas las franquicias que pueden favorecer un género de empresa cuyos resultados son hasta hoy en nuestro país desconocidos, y en cuyo desarrollo están vinculados el adelanto de nuestras industrias, la conservacion de nuestra higiene y otros muchos elementos de bienestar, que á toda

costa debemos impedir sean destruidos por la necesidad, ó permanezcan inexplotados por el abandono.

Para evitar oportunamente estos males, y otros en que se pierde la imaginacion, de desear seria que el Congreso de la Union, dentro de sus restringidas facultades, y las Legislaturas de los Estados, en uso de las ámplias suyas, decretaran que las exploraciones, denuncios, registros, adquisicion y explotacion de los criaderos carboníferos, cualesquiera que fueran su clase y condiciones de yacimiento, se sujetaran á las prescripciones que las Ordenanzas establecen para las minas metálicas.

Con este solo paso, los explotadores de carbon se encontrarian garantizados de cualquier ataque, y se prestaria un auxilio de consideracion, á la que no vacilamos en considerar como la industria del porvenir.

México, Mayo de 1881.

SANTIAGO RAMIREZ.

OBSERVACIONES

Á LA

CONSULTA DEL Sr. Lic. D. CRISPINIANO DEL CASTILLO

HECHAS

POR EL INGENIERO DE MINAS SANTIAGO RAMIREZ

Antiguo alumno del Colegio de Minería.

ADVERTENCIA PRELIMINAR.

El opúsculo relativo al mismo asunto que el presente, que escribí hace algunos dias con el objeto de cortar un mal que en expectativa se presenta á la explotacion de los combustibles minerales, dió motivo para que se consultaran al Sr. Lic. D. Crispiniano del Castillo, las cuestiones que constituyen su esencia; y habiendo sido el dictámen de dicho señor contrario á las ideas que yo sostengo, con lo que en mi concepto, toma creces el mal que he tratado de prevenir, he creido no deber dejarlo pasar sin contestacion, pues á mi modo de ver está destituido de fundamento.

Para dar más claridad al asunto, copio la tésis que constituye la consulta y el dictámen que sobre ella recayó.

Consulta.—El dominio de los criaderos de carbon de piedra, ¿pertenece á la nacion ó á los dueños de los fundos donde se escuentran?

«Guadalajara, Julio 20 de 1881.—Sr. Patricio Milmo.—Monterey.—Muy estimado amigo y señor:

«Con la apreciable de vd. de 3 del corriente, recibí las tiras del periódico oficial de Coahuila que vd. me acompañó, en las que ví dos fracciones del opúsculo que D. Santiago Ramirez ha publicado sobre el denuncio radical de los criaderos de carbon de piedra; los he leido detenidamente, y no he hallado motivo para modificar mi opinion manifestada en la consulta que dirigí á vd. el 12 de Abril último: voy á exponer los fundamentos de mi juicio.

«Nada diré de la parte científica ni de la económica, que comprende el opúsculo, ni aun de la relativa á la legislacion, porque todo eso no conduce á nuestro objeto.—Los criaderos de carbon de piedra, ¿son de la propiedad de los dueños de los fundos en que se hallan, ó como las minas, son radicalmente

de la Nacion?—El rey de España, que dió reglas para la adquisicion del dominio privado en los países anexados á la corona de Castilla en los siglos XV y XVI, que llamó Indias, se reservó el dominio directo de las minas en que se hallaban los metales y piedras preciosas entónces conocidas; pero como no se tenia ni la más remota noticia del carbon de piedra, no fué comprendido en la reserva. Cuando se redactaron las Ordenanzas de Minería, aun no se daba mucha importancia á este producto subterráneo; el mismo Sr. Ramirez, despues de trascribir el art. 22, tít. VI de las Ordenanzas de Minería, reconoce la vaguedad de su parte final; circunstancia que hace cuando ménos dudosa su aplicacion: el verdadero sentido fué fijado por el legislador en las leyes 4ª y 5ª, tít. 20, lib. 9º, de la Novísima Recopilacion, en que el rey Cárlos IV declaró que la propiedad de las minas de carbon de piedra pertenece á los dueños de los terrenos en que se hallen.

«Esta declaracion no podria ser abrogada ó derogada, sino por otra igualmente legislativa: el Sr. Ramirez creyó hallarla en el decreto de 6 de Julio de 1865, sin reflexionar que siendo éste expedido por el Archiduque Maximiliano en su calidad de Emperador de México, fué anulado, como todos sus actos, por las supremas autoridades republicanas, de manera que no tiene más fuerza que la de una ley decretada y sancionada por un legislador extranjero.

«Miéntras el legislador mexicano deje subsistentes las leyes de la Novísima Recopilacion, no se puede dar á dicho art. 22, tít. VI de las Ordenanzas otro sentido que el que las expresadas leyes le fijan. El Juez que en su sentencia adopte la opinion del Sr. Ramirez, incurrirá en responsabilidad por haber fallado contra ley expresa. Insistimos, pues, los compañeros que se adhirieron á la conclusion de mi consulta, y yo, en la resolucion manifestada en ella.—Si el legislador mexicano llegare á revocar las leyes recopiladas que he citado, su revocacion no podrá causar perjuicio á los actuales propietarios que adquirieron sobre sus terrenos un dominio pleno, el cual no podrá ser restringido por una ley posterior, que segun dispone el art. 14 de la Constitucion federal, no debe tener efecto retroactivo, cual seria el de limitar la propiedad adquirida, cuando las leyes vigentes la reconocian sin restriccion alguna.—Este es el dictámen concienzudo de su afmo. amigo y S. S.—*Crispiniano del Castillo.*»

«Los abogados á que esta consulta se refiere, son los mismos que al pié de ella pusimos la siguiente nota:

«Suscribimos la consulta anterior, por estar enteramente de acuerdo con «ella.—Guadalajara, Julio 22 de 1881.—*Enrique Pazos.—Emeterio R. Gil.—José «de J. Camarena.*»

Mis apreciables compañeros de redaccion, al reproducir en el número 25 de nuestro semanario, la opinion que el distinguido jurisconsulto D. Crispiniano del Castillo emite en consulta sobre el dominio de los criaderos de carbon, tuvieron la bondad de hacer presente que mi ausencia de esta capital no me permitia ocuparme desde luego de las alusiones que en la citada opinion se dirigen al artículo que sobre este mismo delicado asunto escribí

en los números 11 y 12 de *El Minero Mexicano*, é hice circular en opúsculo separado.

A mi regreso, mis citados amigos llamaron mi atencion sobre el artículo copiado, que he leido con el interes que á su importancia corresponde, y con el deseo de buscar en él la instruccion que naturalmente debe brotar de la pluma de tan docto letrado; pero sea por el carácter de consulta que da á su opinion, sea por la falta de razonamientos, ó por la ligereza que en algunos de sus pasajes se nota, el caso es que dicha opinion, no sólo no me ha hecho modificar la mia, sino que la considero como infundada y como insostenible.

Comienza el Sr. Lic. Castillo por desatenderse, en la referencia que hace á mi artículo, de la parte científica, de la económica y áun de la relativa á la legislacion, considerando como inconducente para la resolucion del punto, su exámen bajo este triple punto de vista: es decir, su exámen bajo el punto de vista que le es propio.

En efecto, la cuestion relativa al yacimiento, explotacion, disfrute, análisis, preparacion mecánica ó física y aplicaciones diversas del combustible mineral, es esencialmente científica: para estudiarla y para resolverla, es necesario examinarla bajo el aspecto científico. La cuestion relativa al empleo del combustible, á su introduccion á la industria en sustitucion de la madera, su representacion como centro de trabajo, de produccion de riqueza, de mercancía adecuada á las transacciones, etc., etc., es esencialmente económica; nada más natural para estudiarla y para resolverla, que considerarla bajo el aspecto económico; y cuando este doble aspecto es el que la da á conocer, y cuando su conocimiento ha servido de base á los legisladores para dictar sus leyes, y cuando se trata de averiguar cuáles son éstas, seria insensato no considerarla en su parte legal. Así es que el desden con que este estudio se trata en la consulta á que me refiero, no está en manera alguna justificado; y consentir en examinar la cuestion sin fijarse en los elementos que constituyen su esencia, es consentir en desnaturalizarla, en conservarse en el error, y en imprimir el sello del absurdo á todas las deducciones hechas bajo tan inadmisible base.

El Sr. Castillo, al iniciar su raciocinio, que tiende á fundar la opinion que yo he combatido y que combato, dice que el rey de España no se reservó el dominio de las minas de carbon, como el de las minas metálicas; pero esta omision nada arguye, pues el mismo Sr. Castillo se encarga de explicarla, diciendo que «no se tenia ni la más remota noticia del carbon de piedra.»

Las Ordenanzas de Minería, cuyo vigor en esta parte creo que no puede ponerse en duda, pues en todos los casos, en todos los cuerpos y en todas ocasiones se invoca, dieron á este producto la importancia que á todo lo que bajo cualquiera forma, consigna una ley en sus preceptos: y en este punto, no creo ni puedo creer que una ley dé más importancia á un artículo que á otro; y si en las Ordenanzas de Minería hay más precision en el artículo 4º de su título VI, que en el 22 del mismo, es porque en el primero da la base del procedimiento que preceptúa, y á la que debe sujetarse la aplicacion del segundo, puesto que dice «*en la forma referida;*» y además, porque trata de una veta, es decir, de un criadero regular en su forma, en su estructura, en su direccion, en su inclinacion, en su espesor, en su pinta y en los demas detalles científicos esenciales, que el Sr. Castillo desdeña por inconducentes; cuyos detalles, en los criaderos de carbon, se presentan en otro sentido, puesto que se refieren á criaderos irregulares, con los que se hallan relacionados por lazos análogos de irregularidad.

La vaguedad que yo noté y que hice observar respecto del artículo 22, sólo existe en la parte final del trozo del artículo que copié, en la fraccion que dice: «dándose para su logro, beneficio y laborío en los casos ocurrentes, las providencias que correspondan.»

Pero tal vaguedad no afecta en manera alguna la esencia del artículo, y mucho ménos hace dudosa la aplicacion del precepto.

La vaguedad existe en que no fija, como en el caso de las vetas, cuántas varas en el sentido de la direccion y cuántas en el de la anchura del manto deben constituir una pertenencia, y cuántas de éstas deben corresponder al poseedor: y este punto omiso está justificado por el conocimiento que con los adelantos científicos, á cuya luz el Sr. Castillo quiere cerrar los ojos, se tiene

ya del carbon: pues la extension otorgada al concesionario, no puede en justicia ser la misma para un manto de antracita de seis ú ocho metros de espesor, que para uno de turba de sólo algunos decímetros.

En el opúsculo á que el Sr. Castillo se refiere, traté de demostrar que la ley declara los criaderos carboníferos del dominio de la nacion, porque así debe ser: para fundar esta tésis, expuse las razones científicas en que se apoya; y para robustecerla, cité leyes diferentes y opiniones respetables.

Como una página de la historia general que hice de las legislaciones, cité el decreto de 6 de Julio de 1865, no «sin reflexionar,» sino reflexionando que en esa época, cuando al frente del Ministerio de Fomento estuvo un Ingeniero de Minas distinguido, que merece voto de calidad en la materia, se reglamentó, por decirlo así, lo que no estaba en las Ordenanzas reglamentado, invocando una opinion de más que poner al lado de otras opiniones.

Bien sé que ese decreto no tiene fuerza, ni valor, ni aplicacion como ley; pero sí sostengo que tiene fuerza como una doctrina, valor como una verdad, y aplicacion como un principio.

Si yo hubiera citado ese decreto como ley, no habria escrito un artículo de fondo: me habria limitado á un suelto de gacetilla, diciendo poco más ó ménos lo siguiente: «*Con extrañeza hemos visto que en algunos Estados de la República se pone en duda el carácter que corresponde al dominio de los criaderos de carbon, cuando la ley de* 6 *de Julio de 1865 es terminante en este punto.*»

Para acusarme de irreflexion, pudo el Sr. Castillo decirme que yo creia encontrar derogada la ley que invoco en las leyes francesas de 28 de Julio de 1791, de 21 de Abril de 1810, de 17 de Marzo de 1835, ó de 8 de Julio de 1865; en las de Inglaterra, Rusia ó la India que tambien cito, ó en las de otros países que ligeramente señalo.

Bien sé que dicho decreto de 6 de Julio de 1865, expedido por el Emperador Maximiliano, fué anulado como todos sus actos, «por las supremas autoridades republicanas;» bien sé que dicho decreto no tiene más fuerza que la de una ley decretada y sancionada por un legislador declarado extranjero; pero esto no es un motivo para que en una reseña de esta naturaleza deje de citarse.

Yo no soy de los que creen que todo lo que hizo la administracion imperial es malo por el sólo hecho de ser una emanacion de ella; por el contrario, creo que de esa administracion, en la que tomaron parte grandes talentos, brotaron disposiciones muy acertadas, como las contenidas en el decreto de 6 de Julio de 1865, cuyo vigor, á lo ménos en su esencia, está reclamado por la necesidad; y creo que los principios consignados en un decreto, que fué expedido con meditacion y con estudio, y que fué derogado sin estudio y sin meditacion, fundan y sostienen, y explican una opinion digna de citarse al lado de otras opiniones, cuyo conjunto forma el testimonio casi unánime, que constituye un criterio de sentido comun.

Yo no admito que el art. 22 del tít. VI de las Ordenanzas esté derogado: lo considero existente en todo su vigor, y en tal concepto me ocuparé solamente de examinar qué interpretacion debe darse á las frases que puedan ser dudosas y que para mí no lo son, tales como las siguientes: «*cualesquiera otros fósiles, ya sean metales perfectos ó medios minerales, bitúmenes ó jugos de la tierra.*»

Fijándome en el verdadero significado de las palabras, para servirme de los elementos gramaticales de interpretacion, me encuentro desde luego con esta frase: *cualesquiera otros fósiles;* que consta de las palabras *cualesquiera* y *fósiles.*

Veamos el valor y la significacion de cada una de ellas.

La palabra cualesquiera equivale á sean cuales fueren; así es que sin alterar la esencia de su significacion, se puede sustituir por *todos los demas:* de suerte que la voz empleada por las Ordenanzas de *cualesquiera otros fósiles*, equivale á esta otra: *todos los demas fósiles;* y como decir *todos*, equivale á no excluir á ninguno, es evidente que no hay un sólo fósil excluido. En consecuencia, todos los fósiles se pueden y se deben «descubrir, solicitar, registrar y denunciar en la forma referida» para las minas en las Ordenanzas detalladas; y no hay un solo fósil que no esté comprendido en esta prevencion.

Resta examinar el sentido que debe darse á la palabra fósil.

La ciencia reserva en la actualidad este nombre para designar con él *todo cuerpo ó vestigio de cuerpo organizado, sepultado natu-*

ralmente entre las capas terrestres, y que se halla fuera de las condiciones normales de existencia.

Si esta definicion debiera aceptarse en el caso á que la palabra estudiada se refiere, desde luego quedaria en ella comprendida; pero tratándose de la interpretacion de un precepto legal, la rectitud de proceder aconseja no dar á las palabras otra acepcion que la que les correspondia en la época en que fueron empleadas para la redaccion de ese precepto.

Para hacer esta averiguacion que es tan necesaria en el caso presente, me veo en la necesidad de entrar en consideraciones científicas, de las que el Sr. Lic. Castillo desdeña por inconducentes.

Los geólogos antiguos comprendian en la acepcion de la palabra *fósil* todas las sustancias útiles que se extraian de la tierra por excavaciones directas.

Esta acepcion parece fundarse en la etimología de la palabra que se deriva de la voz latina *fossus*, que es el participio pasivo del verbo *fodere* (excavar); y posteriormente Linneo empleó la palabra *petrificata* (petrificacion), para designar los cuerpos orgánicos. Adoptada esta division, la palabra *fósil* quedó reservada para designar los minerales, notándose la confusion que resulta naturalmente de usar dos voces distintas para designar un mismo objeto.

La ley conocida con el nombre de Ordenanzas de Minería fué dada en Aranjuez el 22 de Mayo de 1783 y promulgada en México el 15 de Enero de 1784, y ya en esa época estaba adoptada la division de Linneo, á la que, como era natural, se sujetaron las Ordenanzas: es decir, que emplean la voz *fósiles* en la acepcion de *minerales*, sin lo cual esa voz seria exótica en un código de minas.

En 1791 publicó la Academia un Diccionario en el que se define la palabra fósil en los términos siguientes: «lo que se extrae de la tierra y pertenece al reino mineral.»

Esta definicion, buena en aquella época, está en armonía con el uso, por distinguidos profesores sostenido.

El Sr. del Rio llama fósiles á los minerales, y los define diciendo que «son cuerpos naturales, sin órganos y sin vida, de una

sencillez mecánica, permanentes, que habitan en la superficie y en lo interior del globo:» designa su obra de Mineralogía con el nombre de Elementos de Orictognosia, cuya voz, compuesta de *fósil* y *conocimiento*, no deja duda de la acepcion que da á esta palabra; y en el extracto que pone al principio de su parte práctica, coloca en la primera clase á los *fósiles* compuestos al modo de las sustancias inorgánicas, y en la primera seccion á los "*fósiles* no oxidados.»

En su prólogo á la parte Práctica, dice entre otras cosas: «No imitaré á los mineralogistas que para cada *fósil* citan todas las partes del globo, creyendo que sólo así se desempeña la parte de la geografía mineralógica.»

En fin, cada vez que en los tres tomos de su obra tiene que emplear la palabra «mineral,» usa de la palabra «*fósil.*»

Tan es exacto que en la definicion de la Academia, en su Diccionario de 1791, se da á la palabra «mineral» el sentido indicado, que en su edicion de 1852, en que la ciencia habia comenzado á destruir la confusion establecida, modifica aquella definicion en estos términos: «lo que se extrae de debajo de la tierra y está reducido al estado mineral, *aun cuando en su orígen no lo haya sido.*»

No puede, pues, ponerse en duda la significacion que debe darse á la palabra fósil usada en las Ordenanzas, y por lo mismo, la frase *todos los demas fósiles*, que consigna un precepto en el artículo 22 del título VI, equivale á todos los demas minerales, incluso el *carbon mineral.*

Y aunque la verdadera significacion de esta frase parece excluir toda duda por su claridad, la ley quiso evitar las que pudieran resultar de una torcida interpretacion; y con este fin agrega estas palabras: «ya sean metales perfectos ó medios minerales.»

Dando por nulo todo lo dicho y fijándose solamente en esta amplificacion, resulta la misma consecuencia por este sencillo silogismo, en el que, más bien por lujo que por necesidad, aceptaré el cargo de probar la proposicion menor: «Los medios minerales son denunciables en la forma prescrita por las Ordenanzas de Minería; *El carbon mineral, es un medio mineral;* Luego el carbon mineral es denunciable en la forma referida.»

La palabra *medio*, antepuesta al sustantivo mineral, indica que la sustancia á que se aplica es casi un mineral, ó está cerca de ser un mineral, ó es poco más ó ménos un mineral, ó le falta poco para ser un mineral, ó por su naturaleza participa en más ó ménos parte de la naturaleza de un mineral.

¿Y podrá negarse, áun desviando intencionalmente la atencion del aspecto científico del cuerpo que nos ocupa, que posee en alto grado estas propiedades?

¿Será preciso oponerse á esta negacion, con el testimonio de la ciencia?

A mí me parece una puerilidad casi injustificable; pero persuadido de la necesidad de cerrar la puerta á la suspicacia, y de poner en juego todos los elementos de la persuasion, invocaré opiniones respetables.

Brongniart, en su Tratado Elemental de Mineralogía, coloca los combustibles en la clase cuarta de la clasificacion mineralógica que adopta, poniendo en el órden primero los combustibles compuestos que comprenden las especies siguientes: 1ª la ulla, 2ª el betun, 3ª la lignita, 4ª la turba, 5ª el succino y 6ª la melita; y en el órden segundo, los combustibles simples cuyas especies son: 7ª la grafita, 8ª la antracita, 9ª el diamante, 10ª el hidrógeno y 11ª el azufre; y para mayor abundamiento, en el artículo que se refiere á la explotacion, dice: «los principios generales de la explotacion de las minas de ulla, son los mismos que se aplican á la explotacion de los criaderos en capas ó en masas, que se desarrollarán en el artículo Mina.»

Haüy, en su Tratado de Mineralogía, pone tambien en la cuarta clase de los *minerales* que estudia, las «sustancias combustibles no metálicas,» cuyas especies son: el azufre, el diamante, la antracita, la melita, colocando en el apéndice las sustancias llamadas Phitogenas (engendradas por las plantas), que son el betun, la ulla ó *carbon de piedra*, el azabache y el succino.

Brard, en su obra titulada «Mineralogía aplicada á las Artes,» coloca en su segunda division, que se ocupa de los «*Minerales* empleados en la Economía doméstica,» la ulla ó carbon de piedra, con todas sus variedades; la antracita, vulgarmente designada con el nombre de carbon incombustible; los betunes, que com-

prenden los aceites ó pez *minerales;* las lignitas ó maderas betuminosas, y la turba.

Delafosse, en su obra titulada: «Nuevo curso de Mineralogía, que contiene la descripcion de todas las especies *minerales,*» en la seccion que comprende el «Reino Mineral,» hace figurar en la primera clase los «combustibles no metálicos,» cuyas divisiones principales abrazan los combustibles carbonosos que contienen el diamante, la grafita, los carbones, entre los que están la antracita, las ullas, las lignitas y la turba; el humus, los hidrocarburos, las resinas fósiles, las sales orgánicas y las amorfas; y los combustibles sulfurosos que comprenden el azufre y el sulfuro de selenio.

Beaudant, en su obra titulada: «Tratado Elemental de Mineralogía,» coloca en la familia de los carbonidos el género carbon que comprende el diamante, la grafita, la antracita, la ulla, la lignita, la turba y otras variedades.

De Selle, en su «Curso de Mineralogía y de Geología,» examina entre los carbones fósiles, la antracita, las ullas, las lignitas y la turba; y entre los betunes, el petróleo y el asfalto.

Burat, en su «Mineralogía Aplicada,» estudia en el carbon, el diamante, la grafita, las antracitas, ullas, lignitas y turbas.

Dufrénoy, en su obra monumental titulada: «Tratado de Mineralogía,» en la clase de los combustibles, que es la sexta de su método, se expresa así:

«Los *minerales* que constituyen esta clase, son, en lo general, el producto de la alteracion de las sustancias orgánicas sepultadas en el seno de la tierra;» y comprende en ellas las resinas, los sebos de montaña, los betunes, los carbones fósiles que abrazan la grafita, las antracitas, las ullas, las lignitas y las turbas.

Nuestro D. Andrés del Rio, en la obra que ya he tenido ocasion de citar, en la primera clase del sistema que adopta y que comprende «los fósiles compuestos al modo de las sustancias inorgánicas,» coloca en el género carbon, el diamante, el *carbon fósil* (carbon fibroso) y la antracita; y en la segunda clase, formada por los «fósiles compuestos al modo de las sustancias orgánicas, á las cuales parecen deber su orígen,» considera el humus, la turba, el carbon pardo ó lignita y la disodila; entre las

resinas fósiles, el succino, el retinasfalto y el betun elástico; entre los aceites fósiles, el nafta, la hatchetina y el petróleo; entre los betunes, el betun mineral ó pez terrosa y el asfalto; y entre el carbon, el carbon negro, ulla ú hornaguera.

En vista de este testimonio tan unánime, tan general y tan respetable, ¿podrá ponerse en duda que los combustibles minerales están comprendidos en la denominacion de *medios minerales ó bitúmenes de la tierra?*

Hay más: la ciencia moderna aplica la palabra *metaloides*, que significa semejanza con los metales, á ciertos cuerpos simples, entre los que se encuentra el carbon, que es la base de los combustibles.

En atencion á estas consideraciones, no es ya lícito ni suponer que los combustibles minerales no están comprendidos en el artículo 22 del título VI de las Ordenanzas de Minería, y es un absurdo aseverar que el citado artículo es dudoso en su aplicacion.

La idea emitida por el Sr. Castillo de que el artículo mencionado no está en vigor, la veo aventurada por la primera vez, y su originalidad me ha sorprendido.

Esto no es extraño tratándose de mí que soy profano en materia de leyes; pero sí lo es, y en muy alto grado, en los diversos gobiernos, cuyas determinaciones oficiales y legislativas están en armonía con lo que yo sostengo y en oposicion con lo que el Sr. Castillo asegura.

En testimonio de esto, voy á permitirme citar algunas de estas disposiciones; advirtiendo al Sr. Castillo que no trato de aplicar leyes vigentes, sino únicamente de presentar hechos probatorios de la exactitud de mi aserto.

El 15 de Noviembre de 1854, el Ministerio de Fomento expidió un decreto concediendo á determinadas personas el privilegio de explotar minas de carbon y fierro, cuyo art. 1º dice á la letra: «Se concede á los Sres...... el derecho de explotar exclusivamente todas las minas de *carbon mineral* y de fierro que existan ó puedan descubrirse en el trecho ó trechos de tierra que aquellos elijan y *obtengan por compra de sus legítimos dueños* en el territorio,» etc.

Ahora bien; si fuera cierto que estuviera en vigor la ley de que

«la propiedad de las minas de carbon de piedra pertenece á los dueños de los terrenos en que se hallen,» ninguna necesidad habria de esa concesion, puesto que dichas minas serian de la propiedad de los *legítimos dueños*, á quienes los concesionarios comprasen estos terrenos, y quienes, al entrar en posesion de los terrenos comprados, entrarian en posesion de las minas en ellos existentes, y podrian disponer de ellas como de cosa propia, sin necesidad de una concesion hecha con las formalidades de una ley.

El 28 de Enero de 1856 se expidió otro decreto, relativo á la explotacion de minas de carbon de piedra, que por ese solo hecho formarian parte de las fincas rústicas.

¿Se podrá creer, para aceptar la objecion única que pudiera hacerse á estas leyes, que el legislador que las expidió no sabia lo que traia entre manos?

En la Memoria que el Ministro de Fomento, D. Manuel Siliceo, presentó al Congreso el 16 de Setiembre de 1857, se leen en las págs. 83 y 84 estas notables y significativas palabras: «De algunos años á esta parte se ha hecho un descubrimiento que viene á aumentar el valor de las explotaciones mineras. No se conocia en la República ningun manto ó criadero de carbon de piedra, hasta que en el año de 1854 se hizo ante este Ministerio el primer denuncio de este producto, solicitando para su explotacion una extension mayor de terreno que para la de los metales conceden las Ordenanzas del ramo. Como estas nada previenen sobre el particular, y el Ministerio está convencido del beneficio que alcanzará el país con el estímulo que se dé á las empresas, y veia que la explotacion del carbon mineral abria una nueva fuente de riqueza para la nacion, puesto que fomentando aquella explotacion se fomentaba indirectamente la apertura de otros caminos carreteros, la construccion de ferrocarriles, que las compañías tenian necesidad de establecer para dar salida y valor á sus productos, y el empleo de grandes capitales, no dudó el Ministerio, repito, en conceder una regular extension de terreno y las exenciones y privilegios á fin de que se llevase á efecto la mencionada explotacion. Hasta hoy *se han admitido más de catorce denuncios de mantos de carbon de piedra*, en diversos puntos

de la República, y segun los datos y noticias que posee la Secretaría, los productos de esos criaderos pueden ser tan ricos y de calidad tan superior, que si no exceden, igualen, por lo ménos, á los que se extraen de las más afamadas minas de Alemania é Inglaterra. Tal vez dentro de pocos años, este nuevo ramo de riqueza pública cambiará la faz de la República, puesto que á esta industria debe la Inglaterra en mucha parte su prosperidad; quedándome á mí particularmente la satisfaccion de haber contribuido con las medidas que se han dictado en mi tiempo, á hacer efectivas las mejoras que en este ramo he procurado que se introduzcan, y de que mis afanes y mi constancia en el trabajo sirvan como de una muestra de mi deseo de ver próspera y feliz á nuestra patria.»

¿Y puede suponerse que el Sr. Siliceo, que era un jurisconsulto distinguido, ignorase, al admitir «más de catorce denuncios de mantos de carbon de piedra,» que tales mantos no eran denunciables, por pertenecer á los dueños de los terrenos? ¿Y puede creerse que su ignorancia en este punto llegase hasta el extremo de presentarse ante el Congreso como infractor de una ley, diciéndole en su Memoria: yo he admitido más de catorce denuncios, es decir, yo he autorizado más de catorce robos?

¿Y puede imaginarse que el Congreso no hubiera exigido la responsabilidad por semejante infraccion de ley tan paladinamente confesada, ó por lo ménos, no hubiera llamado la atencion?

¿Y puede concebirse que la prensa, sobre todo la de oposicion, que está en acecho de oportunidades para atacar al Ministerio, dejara escapar la que esta infraccion le presentaba para poner en la picota á un Ministro?

Pero sigamos en el exámen emprendido.

En la Memoria del Ministerio de Fomento relativa al año de 1865, que el Secretario del ramo presentó al Emperador Maximiliano el 1º de Enero de 1866 (y al hacer esta cita, ruego al Sr. Castillo no me acuse de que escribo sin reflexionar), se leen en la página 23 estas palabras: «he tenido presentes todas estas disposiciones, entre las que figuran varias expedidas por los antiguos Estados, no sólo respecto de los criaderos metálicos, sino tambien los de *carbon*, sal, etc.

Si fuera cierto lo que el Sr. Castillo asegura, ¿qué necesidad habrian tenido los antiguos Estados, ni las autoridades de ningun género, de dar disposiciones respecto del carbon que es de propiedad particular?

En esta Memoria se encuentra el decreto de 6 de Julio de 1865, que con otro motivo he citado; y en el documento núm. 22 se registran setenta y ocho denuncios de criaderos de carbon de piedra y petróleo, presentados desde Noviembre de 1864; los que constituirian otras tantas infracciones de ley, y su admision otros tantos casos de responsabilidad.

Posteriormente el Sr. D. Benito Juarez fué consultado sobre un denuncio de carbon, cuando, siendo presidente de la República, se hallaba investido de facultades legislativas, y dicho funcionario resolvió el caso en los términos siguientes:

«Agosto 22 de 1863.—Los criaderos de carbon fósil se encuentran en el mismo caso que las minas.

«Ministerio de Justicia, Fomento é Instruccion pública.—Seccion de Justicia y Minería.

«Impuesto el C. Presidente del oficio de vd. de 28 del pasado, en que acompaña un ocurso del C. Francisco Ferrel, con motivo de una mina de carbon de piedra que denuncia, se ha servido declarar que los criaderos de carbon fósil se encuentran en el mismo caso que las minas, sobre las cuales la nacion tiene el dominio directo; pero tanto de unas como de otras, cede el dominio útil á los ciudadanos, dándoseles en propiedad con arreglo á lo que se dispone en la Ordenanza de Minería: que en tal virtud, los criaderos del carbon están sujetos á los mismos trámites que éstas establecen para el dominio, adjudicacion y posesion de las minas.

«Y de suprema órden lo digo á vd. para su inteligencia y efectos correspondientes.

«Dios y Libertad. San Luis Potosí, Agosto 22 de 1863.—*Ramon I. Alcaraz.*—C. Gefe de Hacienda de Sinaloa.—Mazatlan.»

(Es copia tomada del Diccionario de la Legislacion Mexicana por Luis G. Zaldívar.)

En estos últimos dias los descubrimientos se multiplican, y los denuncios son tan frecuentes como los descubrimientos.

Los periódicos oficiales de Puebla, Oaxaca, Morelos, Michoacan, Tamaulipas, Coahuila, Hidalgo, y otros muchos Estados, publican los pregones mandados hacer por las Ordenanzas; y en el último de los Estados mencionados se han admitido recientemente veintiseis denuncios, correspondientes á otros tantos criaderos de carbon. ¿Qué quiere decir todo esto?

O que todas las autoridades citadas se equivocan, ó que el artículo de las Ordenanzas en que se fundan estos denuncios y su admision, está vigente: y siendo á todas luces irracional aceptar el primer término de la expresada disyuncion, forzosamente hay necesidad de aceptar el segundo.

Sólo el Sr. Castillo, en este singular debate y en contra de adversarios tan dignos de no ser desatendidos, lanza, en su aislamiento, una amenaza, que sin duda no tendrá eco en el ánimo más pusilánime. «El Juez—dice—que en su sentencia adopte la opinion del Sr. Ramirez, incurrirá en responsabilidad por haber fallado contra ley expresa.»

No incurrirá en responsabilidad alguna, como no incurrió el general Santa-Anna al expedir sus concesiones especiales; como no incurrió el Ministro Siliceo al admitir más de catorce denuncios; como no incurrió el primer Congreso Constitucional al aprobar esta admision; como no incurrió el Ministro Robles admitiendo setenta y ocho; como no incurrió el Presidente Juarez al expedir su declaracion de 22 de Agosto de 1863; como no han incurrido ni incurren los Estados de la Federacion al admitir los que se les presentan diariamente; incurrirá, por el contrario, en una responsadilidad indeclinable y terrible, poniéndose en contradiccion con las Ordenanzas vigentes y con una costumbre autorizada, sostenida y conservada por autoridades tan respetables, tan elevadas y tan competentes.

Concluye el Sr. Lic. Castillo su «concienzudo dictámen,» diciendo que si el legislador mexicano llegara á revocar las leyes que supone vigentes, esta revocacion no podrá afectar á los criaderos que se encuentren en terrenos ya posesionados, pues sus poseedores los adquirieron en dominio pleno que no puede ser restringido por una ley posterior, que en ningun caso podrá tener efecto retroactivo.

Si como esta aseveracion está desprovista de fundamento, tuviera alguna razon en que apoyarse, deberiamos resignarnos á carecer ahora y siempre de carbon mineral, dejando languidecer las innumerables industrias que no podrán sostenerse sin este precioso é indispensable agente del trabajo.

De nada servirian las exploraciones emprendidas; de nada los gastos erogados; de nada los sacrificios hechos, si al fin de todo esto se tropezaria con el derecho de un propietario que no explotaba porque no podia, ni dejaba explotar porque no queria.

Mas por fortuna esto no es así.

El propietario que adquirió un terreno, sólo adquirió lo que podia adquirir por compra.

En la transaccion, los mantos carboníferos no fueron tomados en consideracion; tanto porque no se sabia su existencia, cuanto porque áun conociéndola, está fuera de la propiedad.

La propiedad está perfectamente definida en el art. 829 del Código civil, que, al declarar que «el propietario de un terreno es dueño de su superficie y de lo que está debajo de ella,» hace la salvedad de «las restricciones establecidas en el título de las servidumbres,» y previene la «*sujecion á lo dispuesto en la legislacion especial de minas.*»

Nada tiene que ver, por lo mismo, la retroactividad del efecto, ni el art. 14 de la Constitucion, ni la limitacion de la propiedad, ni toda esa acumulacion de cargos semejantes por su peso, por su consistencia y por su solidez á las burbujas de jabon, pues no soportan el rigor del análisis, como éstas no soportan el contacto de la mano.

Todavía hay más: admitiendo sin conceder, que la ley por el Sr. Castillo citada estuviera vigente; que el artículo 22 del título VI de las Ordenanzas estuviera derogado; que los Congresos y los Ministros, y los Legisladores, y los Jurisconsultos, y los Estados, y la Prensa, y todas las autoridades invocadas se hubieran equivocado, y que sólo el Sr. Castillo estuviera en razon; como conforme al artículo 829 del Código, el dueño del terreno deberia disfrutar del carbon en él existente, con sujecion á las leyes especiales de Minería, resultaria una de dos cosas: ó lo denunciaba y explotaba con arreglo á las Ordenanzas, ó no: en el

primer caso, la ley estaba cumplida, el inconveniente salvado y la necesidad satisfecha; pues poco importa cuál sea el explotador: en el segundo caso, el criadero se podia considerar como abandonado, quedando á disposicion del primero que lo denunciara. Y no podria decirse que este denuncio menoscababa el derecho, ni restringia la propiedad, ni limitaba la posesion, porque el propietario está, como todo habitante de la República, sujeto al Código civil, que arrebata la propiedad minera al que pretende disfrutarla ó simplemente poseerla, sin la sujecion que prescribe de una manera tan clara, tan terminante y tan expresa.

Mucho pudiera aún agregar á lo expuesto, pero me he extendido demasiado y debo ya concluir; pero ántes de hacerlo, me permitiré llamar la atencion de los gobiernos, de los legisladores, de los industriales, de los economistas, y de todas las clases sociales, apelando á la vez á la ilustracion del Sr. Castillo, sobre los males sin cuento que sobrevendrian á la industria, á la produccion, á la higiene y áun á la paz pública, si se adoptaran las perniciosas doctrinas sostenidas por una persona en quien siempre la sociedad de México ha reconocido y respetado una lumbrera de nuestro foro.

SANTIAGO RAMIREZ.

OPINION

QUE

AL SR. INGENIERO D. FRANCISCO GLENNIE

PRESENTA EN CONSULTA

EL LICENCIADO MANUEL LIZARDI.

Guanajuato, C. de vd., Agosto 29 de 1881.—Sr. D. Francisco Glennie.—Presente.—Muy señor mio y apreciable amigo:—Se ha servido vd. consultarme á quién corresponde radicalmente el dominio de los criaderos de carbon de piedra, conforme á la legislacion vigente en la República Mexicana; y voy á emitir mi parecer, con la natural desconfianza que me inspiran mi insuficiencia y las opuestas opiniones que personas competentes han comenzado á sustentar por la prensa, sobre asunto de tan vital importancia y de tanta trascendencia para el porvenir de nuestra patria.

Esta cuestion, tal como se propone, se halla enteramente colocada en el terreno de la legislacion positiva. Debo, por tanto, hacer abstraccion de lo que la filosofía enseña respecto de los diferentes principios sostenidos por escuelas diversas, atribuyendo el orígen de la propiedad minera, ya al derecho del primer ocupante, ya al de accesion correspondiente á los propietarios de los fundos donde se encuentran los criaderos, ora al de regalía que las naciones se han arrogado, ora, finalmente, al de adquisicion de las cosas que á nadie pertenecen, *res nullius*, mediante concesiones hechas por el Estado, en funcion tutelar sobre todo aquello en que ha creido deber armonizar á los intereses individuales entre sí, ó á éstos con los de la sociedad.

Debo tambien abstenerme en mis investigaciones, de recorrer los extensos campos de las legislaciones extranjeras, en las cuales se ve predominar alguna de esas escuelas, sin haberse podido sustraer, sin embargo, á la influencia de sus rivales; bien por poderosas consideraciones de público interes, bien por exigencias de localidad, ó por último, por razones de especial proteccion á determinado ramo de la minería.

Tan laborioso como útil estudio, fué emprendido, no há mucho, por el Sr. Lic. Joaquin Obregon Gonzalez,[1] quien con erudicion y brillo notables, trató estos puntos en el Colegio de Abogados de la capital, é hizo un juicio crítico de las Ordenanzas vigentes y del proyecto de Código de Minería, trabajado con una comision de sabios juristas, concluyendo por exponer á grandes rasgos algunas ideas generales para encarrilar á nuestra industria minera, considerada justamente como la más importante de nuestro país, en la via que tiene que recorrer hasta alcanzar la incalculable prosperidad á que la ha destinado el Supremo Creador de la Naturaleza.

Conteniéndome, pues, dentro de los lindes precisos de la consulta, comenzaré por exponer las encontradas opiniones de que he hecho mérito; haré luego las consideraciones que me han sugerido, y terminaré este trabajo emitiendo mi propio juicio con los fundamentos en que lo apoyo.

I

El Sr. Ingeniero Santiago Ramirez ha publicado un interesante opúsculo, tratando de demostrar que el dominio radical de las minas de carbon corresponde al Estado, como una regalía que tiene su razon de ser en la naturaleza y condiciones de explotacion de este fósil, en nada diferentes de las de los demas minerales, como lo han reconocido varias legislaciones con las que va de acuerdo la nuestra.

El fundamento principal de su resolucion, en el que sólo me

1 Este trabajo está publicado en el núm. 42 del tomo 3º de *El Minero Mexicano.*

fijaré, apartando de mi estudio todo lo que no se refiera á nuestro derecho positivo, es el que proporciona el art. 22, tít. 6º de las Ordenanzas de Minería.

Como el texto de esta Ordenanza tiene que ser uno de los puntos objetivos de todas las opiniones emitidas, me permito copiar á la letra la parte conducente. Es como sigue:

«Asimismo concedo que se puedan descubrir, solicitar, registrar y denunciar en la forma referida, no sólo las minas de oro y plata, sino tambien las de piedras preciosas, cobre, plomo, estaño, azogue, antimonio, piedra calaminar, bismuto, sal gema, y *cualesquiera otros fósiles*, ya sean metales perfectos ó medios minerales, *bitúmenes* ó jugos de la tierra, dándose para su logro, beneficio y laborío en los casos ocurrentes, las providencias que correspondan, etc.»

Las palabras que he subrayado, son, sin duda, las que el Sr. Ramirez consideró como decisivas de la cuestion. En efecto, el carbon mineral no puede ser clasificado científicamente de otro modo que como *fósil* ó *bitúmen*. Luego si están sujetos á esta Ordenanza *cualesquiera fósiles* y *bitúmenes*, es incontrovertible, por evidente, que tambien lo está aquella sustancia.

Han querido debilitar la fuerza del anterior razonamiento los contradictores del Sr. Ramirez, aprovechándose de su no premeditada confesion, relativa á la vaguedad con que dice habia permanecido la parte final trascrita, hasta que en 6 de Julio de 1865 expidió el Gobierno del Archiduque Maximiliano un decreto, cuyo art. 1º declara que el carbon de piedra es explotable sólo por concesion de las autoridades competentes. Se le ha objetado, con justicia, que siendo nulo este decreto como todos los de aquella administracion, si hay vaguedad en el artículo de las Ordenanzas, subsiste todavía, y no desaparecerá sino por otra disposicion legal de nuestro derecho patrio.

Adelante examinaré si en efecto existe tal vaguedad, y si faltan resoluciones legislativas que hayan fijado el verdadero sentido que corresponde dar al art. 22, respecto de las minas de carbon de piedra.

II

No ha llegado á mis manos el dictámen del Sr. Lic. Crispiniano del Castillo, á que hace referencia el publicado en el núm. 193 de *El Monitor Republicano*, y adoptado por los Sres. Pazos, Robles Gil y Camarena. Mas como en éste se encuentran compendiados los fundamentos de la opinion de los mencionados jurisconsultos, no creo indispensable tener á la vista su primer trabajo.

Es su respetable sentir, que el dominio de los criaderos de carbon mineral corresponde á los dueños de los fundos en que aquellos están.

Aparte de la vaguedad objetada á la parte del art. 22, que trata de los *fósiles y bitúmenes*, hacen valer que cuando estas Ordenanzas se redactaron, en lo que fué Nueva España, no era conocida la explotacion del carbon de piedra, por lo que no cabe suponer que la mente del legislador haya sido comprender á esta sustancia en los nombres de *fósiles y bitúmenes*.

Pero el argumento principal que presentan, es el que toman de las leyes 4ª y 5ª, tít. 20, lib. 9º de la Nov. Recop., expedidas en los años de 1792 y 1793, las cuales declararon terminantemente derogada cualquiera otra ley ú Ordenanza en contrario, que las minas de carbon pertenecen al dueño del fundo en que se hallan, y que la explotacion y comercio eran enteramente libres.

Hacen observar que estas leyes son posteriores á las Ordenanzas, promulgadas en México en 15 de Enero de 1784, y por tal circunstancia las consideran como derogatorias del art. 22 en lo relativo al carbon mineral, en el supuesto de que en esta disposicion se refiriese con toda claridad á esa sustancia.

Sentada la anterior conclusion, van sus autores adelante, y agregan que, como no hay ley pátria que haya derogado á las citadas de la Novísima, el juez que fallase conforme á la opinion del Sr. Ramirez, fallaria contra ley expresa é incurriria en responsabilidad.

Pretenden todavía mucho más: que aunque ahora se diese una ley declarando que las minas de carbon están bajo el dominio de

la nacion, esa ley seria inaplicable á los criaderos que se hallen ó descubran en terrenos de propiedad particular, porque se le daria efecto retroactivo, violándose la garantía consagrada por el artículo 14 de la Constitucion general de la República.

Creo que puedo dispensarme de tratar estas exageradas aseveraciones, hijas probablemente de alguna preocupacion que dominaba el ánimo de los respetables abogados de Jalisco, cuando formaron su dictámen; y sólo me encargaré de examinar si en efecto la legislacion vigente en esta materia, es la de la Novísima Recopilacion, como con tanta seguridad sostienen.

III.

La anterior opinion tiene poderoso auxiliar en la del erudito jurisconsulto Rodriguez de San Miguel. En sus lecturas jurídicas se ve un dictámen fechado en 22 de Enero de 1842, en que sostiene, contra el sentir del extinguido Consejo de Gobierno, que las minas de carbon de piedra no están sujetas á la legislacion especial de Minería, sino á la de la Novísima Recopilacion, y que conforme á las citadas leyes 4ª y 5ª, título 20, libro 9º, que no habian dejado de estar vigentes en la República, el dominio de las referidas minas corresponde á los propietarios de los terrenos en que ellas están.

Aduce como primer fundamento, que el legislador no quiso comprender en la legislacion relativa á los metales, la explotacion del carbon mineral. En comprobacion de su aserto, llama la atencion sobre que el título 18 de la Novísima trata de las minas de oro, plata y *demas metales;* el 19, de las minas y pozos de sal; el 20, de las minas de carbon de piedra. De donde deduce que todas estas sustancias tienen legislacion diversa, y que por lo mismo, no debe confundirse con la de los metales la que se dictó separadamente para el carbon mineral.

Hace en seguida la historia de las cinco leyes del título 20, tomándola de su mismo tenor, en que constan las variaciones que fueron sufriendo en un período de catorce años, trascurrido desde la primera, que sujetaba la industria del carbon fósil á las re-

glas de Minería, autorizando esta explotacion «*con arreglo á las leyes y Ordenanzas de minas,*» hasta la 5ª que definitivamente sujetó esta materia á las bases del derecho de propiedad particular de los terrenos carboníferos y de la libertad de explotacion y comercio.

Expone, por último, que el mismo artículo 22 de las Ordenanzas de Minería, no parece que sujeta el beneficio de las sustancias de que habla, á las exactas reglas de los metales, sino que deja estos casos á providencias prudenciales, segun las diferentes circunstancias, como lo manifiestan estas palabras de que usa: «*dándose para su logro, beneficio y laborío, en los casos ocurrentes, las providencias que correspondan.*»

De todos estos precedentes infiere el Sr. Rodriguez de San Miguel, y asienta como fuera de toda duda, que siempre han estado vigentes las citadas leyes de la Novísima Recopilacion, y que ni conveniente era hacer declaracion expresa sobre el particular, porque esto equivaldria á poner en duda su vigencia; bastando, en su concepto, hacer una publicacion de ellas, para que fueran generalmente conocidas.

Examinaré si efectivamente han estado y están en vigor esas leyes, como asegura tan respetable jurisconsulto, y cuál es el espíritu del artículo 22 con relacion á las sustancias que no son metales y que en él se mencionan.

IV.

Llegada la vez de dar mi parecer, tomando en consideracion las autorizadas opiniones que anteceden, voy á situarme en un punto de observacion algo más elevado, con el objeto de procurar ver, así en su conjunto como en sus detalles, la cuestion debatida.

Sujeta nuestra patria á la dominacion de los monarcas españales, fué desde el principio del siglo XVI gobernada por los vireyes y reales audiencias, conforme á las Cédulas, Provisiones, Acuerdos y Despachos que expedian para estos dominios; habiendo sido, á los pocos años despues de la conquista, tal la pro-

fusion de estas disposiciones, que desde el reinado de Felipe II comenzó á sentirse la necesidad de compilarlas, expurgando todas las derogadas ó inútiles. Varios trabajos se emprendieron con tal objeto, hasta que en 1º de Noviembre de 1681 se promulgó, por órden de D. Cárlos II, el famoso Código conocido con el nombre de Recopilacion de Indias, que fué por muchos años la legislacion de Nueva-España, con preferencia á la que regia en la Península.

Así lo previno la ley que aquel monarca expidió, declarando la autoridad que en sus dominios de Indias debian tener las leyes de dicha Recopilacion, como consta en las siguientes palabras: «Acordamos y mandamos se guarden y cumplan y ejecuten, y por ella sean determinados todos los pleitos y negocios que en estos y *en aquellos Reynos* ocurrieren, aunque algunas sean nuevamente hechas y ordenadas, y no publicadas ni pregonadas y *sean diferentes ó contrarias á otras leyes, Capítulos de Cartas y Pragmáticas de estos nuestros Reynos de Castilla, Cédulas, Cartas acordadas, Provisiones, Ordenanzas, Instrucciones, Autos de Gobierno y otros despachos manuscritos é impresos..........*»

Siguiendo el mismo espíritu las leyes 1ª y 2ª, título 1º, libro 2º del propio Código, disponen que sólo se guarden las leyes del Reino de Castilla «en los casos, negocios y pleitos en que no estuviera decidido ni declarado lo que se debia proveer por las leyes de la Recopilacion de Indias.»

La ley 3ª del mismo título y libro fué más adelante, pues refiriéndose especialmente á los negocios de minas, mandó lo siguiente: «Los Vireyes de Indias comuniquen con personas inteligentes y esperimentadas las leyes de estos *Reynos de Castilla, que disponen en materia de minas, y si hallaren que son convenientes, las hagan guardar, practicar y ejecutar en todos aquellos Reynos como no sean contrarias á lo que especialmente se hubiera proveido para cada Provincia, y dispongan y determinen lo necesario; y en esta forma y como más convenga, nos envien relacion muy particular sobre cuáles leyes de Minas se dejan de cumplir en cada Provincia, y por qué causa y las razones que hubiere para mandar se guarden las que tuvieren por necesarias.*»

La claridad con que están redactados los anteriores precep-

tos, permite establecer, como fuera de toda controversia, las proposiciones siguientes:

1ª Lo que se llamó Nueva España tuvo una legislacion especial miéntras dependió del gobierno de la Península.

2ª Esta legislacion era preferente en México á la que regia en España, la cual solamente se aplicaba en los casos ó negocios no decididos por la primera.

3ª En lo relativo á minas, las leyes de Castilla no se observaban en las Indias, aunque tratasen de puntos omisos en la especial legislacion de éstas; sino que era preciso que los vireyes consultasen primero con personas inteligentes la conveniencia de esas leyes, y luego las mandasen observar, dando cuenta al Rey de las razones que tuvieran para hacer guardar las que tenian por necesarias.

El Sr. Rodriguez de San Miguel ha reconocido de la manera más explícita las dos primeras proposiciones en la nota que puso en su Diccionario de Legislacion, voz «Recopilacion,» con el objeto de fundar la vigencia en México de la Novísima, publicada en España en 1806, y refutar la opinion de algunos juristas calificados por él mismo de respetables, y que sostienen la falta de vigor de este Código, por no haber sido promulgado en la República.

En cuanto á la tercera proposicion, no tardaré en patentizar que aquel mismo jurisconsulto implícitamente ha reconocido su verdad, obrando conforme á ella en sus trabajos de compilador.

Partiendo de estas premisas, la cuestion principal que se viene dilucidando se resolverá en uno ú otro sentido, segun la contestacion que corresponda á las dos preguntas siguientes: Las Ordenanzas de Minería expedidas para México y promulgadas por el virey D. Matías de Galvez en 15 de Enero de 1784, ¿comprenden en sus disposiciones á las minas de carbon de piedra? Aun suponiendo que no comprendan á las minas mencionadas, ¿serian aplicables las leyes 4ª y 5ª, tít. 20, lib. 9º de la Novísima Recopilacion?

No vacilo en responder afirmativamente á la primera pregunta. Me basta para ello la argumentacion del Sr. Ramirez sacada del artículo 22, tít. VI de las Ordenanzas. Si el carbon mineral

es científicamente un fósil ó un betun, no hay duda de que á él se refiere genéricamente ese artículo; el cual se diferencia de la legislacion minera de Castilla, en que ésta trató en diversos títulos y con absoluta separacion *de los metales, de la sal y del carbon de piedra*, miéntras en aquel se legisló á la vez respecto de todas estas sustancias y de otras más, que, como las piedras preciosas y la calaminar, fueron nombradas especialmente ó quedaron comprendidas en los géneros: *metales, semi-minerales, fósiles, bitúmenes y jugos de la tierra.*

Y ciertamente que en esto no hay vaguedad, como impropiamente dijo el Sr. Ramirez, sino generalidad ó mayor comprensibilidad que la que pudiera existir, si se hubiera emprendido una escrupulosa enumeracion de las sustancias á que quiso referirse el legislador. Esta misma generalidad, léjos de engendrar la duda de si está comprendido en la Ordenanza el fósil llamado carbon de piedra, deberia alejarla conforme á las reglas de una buena lógica, sin que fueran un obstáculo los conceptos finales ya trascritos: «dándose para su logro, beneficio y laborío en los casos ocurrentes, las providencias que correspondan.»

¿Qué quiso el legislador determinar con este precepto? ¿Deberá entenderse, como se pretende, que su mente fué no comprender en la legislacion minera todas las sustancias que no son metales? Seria entónces ininteligible esta Ordenanza, en la que se concede que se puedan descubrir, solicitar, registrar y denunciar en la forma referida las demas sustancias no metálicas allí mencionadas. ¿Qué fué entónces lo que se propuso? Es á mi juicio bastante claro. Como las circunstancias de formacion y explotacion que afectan á esas minas son diversas, por lo comun, las reglas para la concesion, explotacion y beneficio, no pueden ser siempre las mismas; y por esto el legislador dejó á las autoridades la facultad de providenciar prudencialmente sobre estos puntos, conforme á esas circunstancias, *de los casos ocurrentes*, y no como se pretende, dando disposiciones generales ó leyes extrañas al Código de Minería que nos rige.

Contestada la primera cuestion por la afirmativa, la segunda tiene que serlo por la negativa forzosamente: las leyes 4ª y 5ª, tít. 20 de la Novísima, no han regido en México: 1º Porque su

texto literal indica claramente que fueron dictadas para España, como lo demuestra la frase *estos reynos*, de que usaban los monarcas de Castilla para designar sus dominios allende el Océano, en contraposicion á esta otra: *aquellos reynos*, con que denominaban sus conquistas ultramarinas. 2º Porque las Ordenanzas contienen una disposicion aplicable á las minas de carbon mineral, y esto ha sido suficiente, conforme á las leyes 1ª y 2ª, tít. I, lib. 2º de la Recopilacion de Indias, para que no hayan regido en México las de la Novísima Recopilacion de Castilla. 3º Porque siendo éstas relativas á minas, para ponerlas en vigor en México habria sido preciso, conforme á la ley 3ª, título 1º, libro 2º de aquella Recopilacion, que el virey, previa consulta, las hubiera puesto expresamente en vigor, dando cuenta al rey de las razones de necesidad ó conveniencia que hubiera tenido en consideracion para promulgarlas; y ciertamente no hay constancia de tal promulgacion.

El Sr. Rodriguez de San Miguel, obrando con toda la tranquilidad de se espíritu, sin preocupacion alguna, de la que no siempre puede librarse el que resuelve cuestiones concretas y de aplicacion práctica, y procediendo con todo el escrúpulo de un cuidadoso y erudito compilador, formó sus «Pandectas Hispano-Mexicanas,» ó sea como dice la carátula de esta utilísima obra, el «Código general comprensivo de las leyes generales, útiles y vivas de las Siete Partidas, Recopilacion, Novísima, la de Indias, autos, etc., *con exclusion de las totalmente inútiles, de las repetidas y de las expresamente derogadas.*»

Pues bien: sin duda tuvo presentes las poderosas razones que acabo de exponer para no incluir en su importantísima coleccion las leyes de la Novísima, que con verdadera inconsecuencia se ha pretendido, en la consulta referida, haber estado siempre vigentes en la República. Esta omision no puede atribuirse á descuido ó inadvertencia, porque es de notarse que no se registra una sola ley de las de los títulos 18, 19 y 20 del libro 9º, sin duda por estar muy arraigada en su ánimo la justa conviccion de que ninguna de esas leyes, ya se refiriesen á las minas metálicas, ya á las de sal, ó ya por último á las de carbon de piedra, habian estado vigentes en Mexico, en donde para todos los ramos de Mi-

nería, explotados ó por explotar, no han regido otras leyes desde las Ordenanzas de 1784, que las contenidas en este Código y las que los vireyes y los gobiernos nacionales han dictado con posterioridad.

Ahora bien: con excepcion del caso citado por el Sr. Rodriguez de San Miguel, cuyos pormenores me son desconocidos, no ha sido otra la inteligencia de las diversas administraciones que han gobernado á la nacion desde su independencia. De tal suerte, que pudiera formarse un cuerpo de disposiciones legislativas en las que no ha dejado de reconocerse el dominio del Estado sobre las minas de carbon de piedra, constituyendo con ellas un testimonio indestructible del uso constante que la nacion ha hecho de esa regalía, otorgando varias concesiones para la explotacion de aquel mineral, con la salvedad de respetar los derechos de terceros adquiridos por denuncio ó por otro título, conforme á las Ordenanzas y demas leyes de Minería, cuya observancia no sólo ha reconocido sino ordenado expresamente.

Voy á permitirme citar algunas de estas disposiciones que comprueban mis anteriores asertos.

En 15 de Noviembre de 1854, el Gobierno del general Santa-Anna expidió un decreto concediendo á una compañía el privilegio exclusivo de explotar las minas de carbon de piedra y de fierro del territorio de Colima y de los Departamentos de Michoacan y Guerrero.

Aparte de que el hecho de esta concesion importa por sí mismo el ejercicio de la regalía de que vengo tratando, conduce á mi propósito llamar la atencion sobre los siguientes conceptos del referido decreto: art. 3º . . . . . mas no se entienda por esto que podrán perjudicarse en manera alguna los derechos que algun tercero tenga adquiridos *por posesion* ó *denuncio* á alguna mina ó minas, bien sea de oro, plata ú otros metales, *ó bien de carbon* ó de fierro, con tal que la posesion sea anterior á la fecha del avío, de que habla este artículo. . . . . . 9º En el caso de que algunas personas hayan adquirido derechos *en algunas minas de carbon* ó de fierro en los terrenos que elijan en virtud de este decreto, siendo *la posesion ó denuncio anterior al avío* que los agraciados deben dar conforme á lo prevenido en el art. 3º, si éstos desean exten-

der sobre tales minas los privilegios concedidos, deberán comprar ó adquirir legalmente los intereses de los dueños primitivos, *dando conocimiento de ello al Tribunal de Minería respectivo*, y entónces podrán extender los privilegios á las mencionadas minas.»

Sea cual fuere el juicio que merezca en la imparcial historia la dictadura del general Santa-Anna, es preciso convenir en que la mayor parte de su gabinete estuvo formado de personas muy notables por su ilustracion, entre las que figuraron eruditos jurisconsultos. Pues bien: el anterior decreto por ellas formado, no deja duda de que se expidió bajo la base de que, conforme á la legislacion vigente, el dominio de las minas de carbon correspondia radicalmente al Estado, y se adquirian comunmente *por denuncio y posesion* con arreglo á las Ordenanzas, y con intervencion de los Tribunales de Minería.

Mas si alguna duda pudiera suscitar la circunstancia de haber sido dictatorial aquel Gobierno, quedaria destruida por los decretos de 10 de Diciembre de 1855, 28 de Enero de 1856 y 27 de Junio de 1857, confirmando este último, con ligeras modificaciones, el privilegio de que se hizo mérito, concedido por el general Santa-Anna, y otorgando los demas otras concesiones de igual género, en todos los cuales se repiten los mismos conceptos sobre la adquisicion de las minas de carbon de piedra por denuncio y posesion, conforme á las leyes de Minería.

Por último, la multitud de concesiones para construir vias férreas, expedidas desde algunos años, contienen generalmente un artículo por el que se adjudica á las compañías constructoras las minas de oro, plata y demas metales, las de carbon de piedra, etc., denunciándolas y tomando posesion conforme á las Ordenanzas.

Citaré sólo la del camino de México á Veracruz, ó sea el decreto de 27 de Noviembre de 1867, en cuyo artículo 10 se conceden á la Compañía, sin perjuicio de tercero, los criaderos metálicos, *los de carbon de piedra, etc., siempre que los denuncien y trabajen sujetándose en todo á las Ordenanzas de Minería.*

¿Podrá creerse racionalmente que legisladores de tan diferentes administraciones, entre los que figuran verdaderas notabilidades en jurisprudencia, hayan estampado los anteriores ó equi-

valentes conceptos, desconociendo cuál era la verdadera legislacion respecto del carbon mineral?

Nulas como son las leyes del Archiduque Maximiliano, la disposicion citada por el Sr. Ingeniero Ramirez demuestra, cuando ménos, que las ideas de aquella Administracion no fueron distintas de las de los gobiernos reconocidos como nacionales.

Mas priscindiendo de la importancia que pueda tener el decreto imperial de 6 de Julio de 1865, que deberia estimarse siquiera como una respetable doctrina, yo creo que está definitivamente resuelta esta cuestion, con arreglo á nuestras leyes patrias, con el texto de la suprema circular expedida por el Sr. Presidente Juarez en San Luis Potosí, con fecha 22 de Agosto de 1863. Es como sigue:

«Impuesto el C. Presidente del oficio de vd. de 28 del pasado, en que acompaña un ocurso del C. Francisco Ferrel, con motivo de una mina de carbon de piedra que denuncia, se ha servido declarar que los criaderos de carbon fósil se encuentran en el mismo caso que las minas, sobre las cuales la nacion tiene el dominio directo; pero tanto de unas como de otras, cede el dominio útil á los ciudadanos, dándoseles en propiedad con arreglo á lo que disponen las Ordenanza de Minería: que en tal virtud los criaderos del carbon están sujetos á los mismos trámites que éstas establecen para el denuncio, adjudicacion y posesion de las minas.

«Y de suprema órden lo digo á vd. para su inteligencia y efectos correspondientes.»

La anterior resolucion es precisa é intergiversable, y con ella quedó definido que el Estado tiene radicalmente el dominio de los criaderos de carbon mineral, y que la adquisicion y beneficio de este fósil deben hacerse con entera sujecion á las Ordenanzas de Minería.

He dicho que ella resuelve definitivamente la cuestion propuesta conforme á nuestra legislacion pátria, porque la he reputado igualmente resuelta por las leyes anteriores á la independencia nacional, como he procurado demostrarlo extensamente, para que aquella demostracion, si algun valor tiene, sirva en los casos ocurridos ántes y despues de la circular citada, y para combatir en el último atrincheramiento á los que pretenden que la resolucion del

Sr. Juarez carece de fuerza, por no haber tenido facultades legislativas en esta materia: no obstante que, en mi juicio, no puede dudarse de que en aquella azarosa época las tenia plenísimas para legislar, como legisló, en todos los ramos de la pública administracion.

Agradezco á vd. mucho la honra que bondadosamente se ha servido dispensarme haciéndome la anterior consulta, que he despachado, si bien desconfiando mucho de mis conocimientos, con todo el estudio que he podido consagrarle.

No presumo haber acertado; y sólo deseo que vd. se digne ver en este trabajo, el empeño que tiene de complacerlo su afectísimo amigo y S. S. Q. B. S. M.

M. Lizardi.

INFORME

SOBRE LA

EXPLORACION HECHA EN LOS YACIMIENTOS CARBONÍFEROS

DEL DISTRITO DE HUETAMO, EN EL ESTADO DE MICHOACAN

QUE PRESENTA Á LA SECRETARÍA DE FOMENTO

EL INGENIERO DE MINAS QUE SUSCRIBE.

Señor Ministro:

La noticia sobre la existencia de nuevos criaderos de carbon en nuestro suelo, confirmada por la presencia de ricos ejemplares de este combustible, llegó á la Secretaría del digno cargo de vd. como la promesa de un nuevo dato para resolver el interesante problema de reemplazar por el combustible mineral el combustible orgánico, á cuyo estudio esa misma Secretaría ha consagrado una parte de sus trabajos, de sus recursos y de su atencion.

Solicitada ante vd. la exploracion pericial de los terrenos á que la mencionada noticia hacia referencia, y acordada por vd. su ejecucion, me cupo la honra de ser designado para practicarla, correspondiéndome la obligacion de informar á vd. sobre el resultado; y en cumplimiento de este deber, disfruto la satisfaccion de presentarle este estudio, que, á la vez que le dé á conocer el valor industrial y las condiciones técnicas de los yacimientos referidos, venga á añadir una nueva página á la naciente historia de esta parte de la Minería Nacional.

No es posible perder de vista, cuando se emprende una exploracion de la naturaleza de la que acabo de efectuar, la necesidad

de presentar una opinion rigurosamente fundada en las consecuencias deducidas de los hechos observados; y esta necesidad sube —si es posible— de punto, cuando en sus aplicaciones prácticas, los perjuicios ocasionados por el error, tienen forzosamente que consistir en el abandono de una empresa susceptible de salvar una necesidad ingente de la industria en general, dando á la vez pingües utilidades á los empresarios, ó en la adquisicion á subido precio de un fundo imaginario, y la ejecucion de trabajos costosos, que no pueden dar por resultado más que la ruina de los que hayan contribuido á sostenerlos.

Por otra parte, los hechos que debe fijar la observacion y que constituyen el punto de partida de las deducciones, son de tal naturaleza, que no son capaces de presentarse á la vista, sino que tienen que descubrirse por el estudio, y examinarse á la luz de los principios fundamentales reconocidos por la ciencia.

Esta verdad que en diversas ocasiones he consignado y que ahora no hago más que repetir, da la explicacion del papel que en estos trabajos corresponde desempeñar á la Geología, y sirve como de introduccion á la ligera reseña geológica con que debo dar principio á la exposicion de mis ideas.

Los caractéres generales del terreno en que deben localizarse las exploraciones que se emprenden con un objeto determinado, son susceptibles de presentar dos clases de indicaciones: unas de tal manera precisas, que por sí solas conducen á una deduccion y permiten formar un juicio; otras ménos terminantes, hacen necesario un estudio más ó ménos extenso, profundo y detallado.

De estas indicaciones unas son negativas, y excluyen por completo hasta la posibilidad de encontrar el producto buscado entre las formaciones á que se refieren; otras son positivas, y ministran, al contrario, datos seguros que revelan su existencia, hasta ponerla fuera de duda.

Tratándose de los yacimientos de carbon, debe tenerse presente, 1º que los criaderos de este metaloide son de dos especies, segun lo hice notar en el primer estudio que sobre este punto tuve la honra de presentar á esa Secretaría, el 28 de Junio del año próximo pasado: los marinos y los lacustres; y 2º que además de estas dos maneras de presentarse en la naturaleza, el

carbon se encuentra de una manera accidental, en terrenos extraños, unas veces tiñendo ó impregnando las rocas, y otras intercalado entre ellas, en depósitos más ó ménos extensos, pero insuficientes para atender á las necesidades de la industria, y por consiguiente para asegurar el éxito de su explotacion.

De este principio se desprende la necesidad de hacer un estudio detallado y prolijo de los puntos de donde se han extraido ejemplares de carbon, para cerciorarse de la naturaleza de sus yacimientos.

Haré notar, amplificando uno de los conceptos ántes expresados, por servirme esta amplificacion para fundar un juicio que creo deber consignar en este Informe, que de los estudios que hay necesidad de hacer en las investigaciones referidas, hay algunos para los que no bastan los datos que puede ministrar el terreno por su simple exámen; sino que es preciso hacer excavaciones más ó ménos extensas bajo un plan determinado.

El valor de las indicaciones geológicas de que ántes he hecho mencion, no es tan absoluto como á primera vista parece; pues para poderlo utilizar en lo que es en sí, es indispensable, como sin el menor esfuerzo se comprende, deslindar con toda precision las formaciones á que se refieren, señalando el lugar en que una termina y la inmediata comienza; definiendo las condiciones de su enlace, relacionando éstas con los yacimientos de carbon, y aislando éstos de todas las causas que les son extrañas, excluyendo de su estudio particular los hechos y los datos que no sean conducentes.

Esta sencilla exposicion cuya exactitud salta á la vista, hace comprender que la extension del terreno que en estos casos hay que examinar, es muy variable; y siempre tiene que ser relativamente mayor que la correspondiente á la formacion á que pertenece el yacimiento, para no tener duda sobre el punto en que ésta tiene su principio, y cerciorarse cómo la una se halla modificada por su inmediata.

Hechas estas explicaciones, que envuelven, por decirlo así, el plan de los trabajos hechos en mi exploracion, paso á dar una idea de la formacion geológica del terreno recorrido, entre Toluca y el sitio examinado en Huetamo.

El basalto y la traquita son las rocas que desde la salida de Toluca, se ven dominar en el camino.

Este, despues de un ligero ascenso, constante en una longitud de 6 kilómetros, comienza á descender, y sigue descendiendo hasta la poblacion de San Lúcas, perteneciente al Distrito de Huetamo, pasando por los pueblos y cuadrillas denominadas San Antonio, San Juan de las Huertas, Meson Viejo, La Comunidad, Real de Arriba, Mina de Agua, La Tenería, Tejupilco, El Estanco, El Salitre, Pié de la Loma, Los Naranjos, Los Limones, El Ciruelo, Las Anonas, Balderrama, Zacapoato, Paso Real del Rio, Atotonilco, El Cundano, Cuerindichapa y San Lúcas, que con otros puntos intermedios, que por su pequeñez no menciono, ocupan una extension de 216 kilómetros, entre cuyos puntos extremos hay una diferencia de nivel de 2334,75 metros, pues la altura absoluta de Toluca es de 2620,25 metros, y la de San Lúcas de 285,50.

El basalto y la traquita son—como dije más arriba—las rocas que dominan en el camino desde la salida de Toluca.

Esta roca en la variedad llamada dolerita, abunda entre Toluca y Temascaltepec, Mineral cabecera de Distrito, inmediato al Real de Arriba que le pertenece.

En esta variedad se distinguen claramente los cristales de labradorita que la constituyen y la caracterizan, así como los de augita íntimamente mezclados con los primeros, y formando en esta asociacion una pasta teñida por el óxido de fierro.

En algunas partes del camino, sobre todo cerca de Temascaltepec, toma la textura pizarreña, llegando á pasar al estado arcilloso, en cuyo estado se halla en contacto con un pórfido rojo subido, en el que se distinguen con la lente, cristales de cuarzo y feldespato.

En las inmediaciones de Temascaltepec, en cuyo Mineral estuve á mi regreso, se encuentran desviados del camino, unos cerros formados por un granito, cuyos elementos cristalinos se distinguen con toda claridad; siendo esta roca la que sirve de armadura á algunas de las vetas metalíferas de este Distrito.

Encima de estos granitos se extiende la pizarra, que en su contacto con ellos tiene el aspecto de la micapizarra, que pierde

al alejarse de estos focos eruptivos, hasta tomar el de pizarra arcillosa, cuya roca se deja ver en las inmediaciones de Tejupilco y en otros puntos del camino recorrido y del terreno estudiado.

A la salida de Zacapoato, la formacion volcánica, que en la primera parte del camino es la dominante, desaparece casi por completo ante el conglomerado, á cuya roca debí consagrarle un estudio particular.

Se sabe, en efecto, que uno de los caractéres de las rocas que forman los depósitos carboníferos, lo constituye su orígen arenáceo, cuyo orígen está con toda claridad manifiesto en este conglomerado; y en algunos de los terrenos carboníferos de Europa, como por ejemplo en los alrededores de Bristol, existen extensas capas de un conglomerado que descansa sobre las capas de ulla en posicion discordante.

Este conglomerado lo forman fragmentos de rocas antiguas, reunidas por una pasta de dolomía, por cuya razon se le llama *conglomerado dolomítico*, y más comunmente *conglomerado dolomítico de Bristol*, para indicar el sitio de su yacimiento.

Además, en la region carbonífera que tuve ocasion de estudiar en el Estado de Puebla, y cuyo estudio, de que ya he hecho mencion, presenté á esa Secretaría el 28 de Junio último, se encuentra el conglomerado en capas voluminosas y extensas, formando parte esencial de la estratificacion.

Fácilmente se comprende en vista de estas consideraciones, y de las expuestas anteriormente, que no debí dejar pasar inadvertida esta roca, de la que desprendí un fragmento, que presento en la pequeña coleccion que acompaño, marcado con el núm. 1, y procedente de la cuesta de Paso Real, donde los caractéres se presentan con más claridad, y la roca se puede considerar como el tipo.

Este conglomerado está compuesto de fragmentos de caliza compacta gris, que así por sus caractéres mineralógicos, como por la analogía que tiene con la caliza que se encuentra adelante entre San Lúcas y Huetamo, creo deber referir al terreno cretáceo; de estos fragmentos unos son agudos y otros rodados: de otros fragmentos de cuarzo, en menor cantidad y en su mayor parte agudos; y por último, de granos de feldespato descompues-

to, muy diseminados y escasos. Estos elementos están unidos por una pasta arcillo-ferruginosa en la que el fierro está simplemente colorando la arcilla.

El pequeño exámen litológico que de esta roca acabo de presentar, y que en el ejemplar mencionado se puede ver, basta para cerciorarse de que sin embargo de ser una roca de agregacion bien caracterizada, no es de las que revelan la existencia de yacimientos de carbon, ni áun la naturaleza carbonífera de los terrenos adyacentes.

Conviene advertir de paso, ya que por primera vez se trata de determinar el valor industrial de los caractéres litológicos, que esta deduccion negativa, no es ni puede considerarse como absoluta; pues si bien es cierto que la roca que se acaba de estudiar no indica la presencia del carbon, tambien lo es que no debe suponerse que la excluye: podria encontrarse en su proximidad y áun en su contacto, sin ser un carácter, y únicamente como elemento accidental, sin valor científico ni significacion especial alguna.

La extension ocupada por esta roca es muy considerable, y se encuentra en lajas cuya inclinacion general es de 70° al S.O.

Descendiendo en la direccion del S.O. se llega al rio, cuya direccion média en el punto llamado Paso Real, es de S.E.-50°-N.O.

La roca que se descubre en sus orillas, es la marcada con el núm. 2.

Dicha roca es un pórfido arcilloso bastante duro, cuyo grano fino le da una superficie ligeramente áspera, siendo su textura concoidea imperfecta y sus fragmentos agudos.

Estas rocas, que forman parte de las que determinaron la erupcion que dió orígen á las montañas observadas y los terrenos recorridos, no dejan duda de la naturaleza de la erupcion, señalando á su vez el límite de la extension abarcada por sus efectos.

Avanzando hácia el S.O. se llega á Atotonilco, donde se comienzan á descubrir las rocas calcáreas de la época mesozoica.

La primera que se descubre es la caliza terrosa blanca, muy desmoronadiza, que ocupa una extension relativamente corta, siendo algo confusos los planos de su estratificacion. Esta desaparece ante la caliza apizarrada en dos modos principales de

yacimiento: ocupando superficies muy extensas, en las que en algunos puntos se encuentran los indicios de la estratificacion, y en masas más ó ménos voluminosas, formando bancos.

De esta roca se ve un tipo en el ejemplar marcado con el número 3, que domina en la cuesta de Cundano.

Aunque la textura general de esta roca es la pizarreña plana, en algunas partes es visiblemente curva, y la separacion de sus lajas da lugar á superficies curvas.

Estos caractéres se descubren con toda claridad en el ejemplar que presento.

Antes de pasar adelante en la exposicion de los datos recogidos en la exploracion á que se refiere este estudio, creo deber hacer, aunque ligeramente, un exámen comparativo entre estos datos y los presentados en mi estudio anterior.

En el que se refiere á la exploracion que hice en el Estado de Morelos, con el mismo objeto que la que acabo de hacer al de Michoacan, consigné la existencia de la caliza terrosa que forma el suelo de Tlaquiltenango; caliza muy semejante á la terrosa de Atotonilco: ahora llamaré la atencion sobre la analogía de textura entre esta caliza apizarrada y la pizarra arcillosa, cuyo tipo se ve en el cerro de Serdeco.

Estas comparaciones son no sólo convenientes sino áun esenciales, en cuanto á que permiten resolver ciertos problemas geognósticos, ya de importancia científica, ya de aplicacion industrial; y ellas permitieron al célebre profesor del Rio, comparar la veta de Valenciana con las de Hungría, y referir la formacion de la veta de Rayas en Guanajuato á la de las estudiadas en el Hartze.

Al N. de San Lúcas, que es la poblacion más inmediata á los yacimientos carboníferos, extendiéndose hácia el E. y el O. aparece la caliza compacta gris, de textura concoidea, amarillenta, centellante y presentando en unas partes puntos cristalinos y en otras hilos de espato calizo.

La superficie ocupada por esta roca es bastante extensa; y casi en toda ella se descubren, aunque con poca claridad, los planos de la estratificacion: de trecho en trecho se elevan bancos más ó ménos voluminosos, y á la distancia está formando la masa de los cerros.

Esta caliza está impregnada de hipuritas y pertenece al grupo que el profesor Bárcena propone llamar *caliza mexicana de hipuritas*. El ejemplar número 4 constituye un tipo de esta roca.

Avanzando hácia el N. en la direccion de los yacimientos de carbon, la caliza desaparece, debajo de la pizarra arcillosa del ejemplar número 5.

El color de esta pizarra es el gris amarillento claro, manchado por el óxido de manganeso; su textura es pizarreña de hojas gruesas que se rompe en prismas tabulares.

Esta roca se extiende en todas direcciones, y de trecho en trecho es atravesada por bancos extensos y voluminosos, de una arenisca como la del número 6.

Por las dimensiones de los elementos componentes, por su figura, y por el modo con que están agrupados, esta roca se puede referir á la que los autores ingleses y áun franceses designan con el nombre de *pouding*, que no tiene representante en nuestro idioma.

En la parte del N. el suelo está interrumpido por el rio que se extiende en la direccion de O. á E., quebrando en el E. y siguiendo hácia el S.E.

Cerca de este rio la pizarra modifica algunos de sus caractéres, por el aumento en el espesor de sus hojas; observándose, sin embargo, que sobre una hoja gruesa se adhiere una delgada, que se divide por el choque, en tablas rectangulares.

El ejemplar número 7 es un tipo de esta roca.

En su conjunto, la roca está caracterizada por su estratificacion clara y perfecta, como corresponde á su textura pizarreña.

La direccion de los planos de estratificacion, es de N.O.-45°-S.E., y su inclinacion es casi vertical.

Hácia el E., la pizarra, sin alterar su naturaleza, es más compacta, sus hojas son más gruesas, y sus caras de crucero afectan la forma piramidal. Esta pizarra, de la que se ve un ejemplar en el número 8, está con la arenisca en estratificacion concordante.

Esta estratificacion de las dos rocas puede considerarse como accidental, pues su extension es muy corta y sólo se observa en los límites de la pizarra, ó lo que es lo mismo, en las orillas de la zona en que esta roca se halla reemplazada por la arenisca.

Cambiando de direccion, segun se hizo ya notar, el rio corre hácia el S.E. sobre la roca del número 9, que forma el lecho y las orillas.

Esta roca, de que ya se ha hecho mencion, se presenta aquí con cierto grado de regularidad, ministrando un carácter que no carece de importancia en las deducciones industriales.

En el punto en que la estamos considerando, se halla, por decirlo así, encajonada entre la pizarra, formando una zona cuya anchura média es de 25 metros.

Sus elementos componentes consisten en partículas arenáceas muy finas, y tanto, que haciendo abstraccion de las asperezas de la superficie, vistas en detalle, en el conjunto afecta la textura pizarreña; puede por lo mismo considerarse como una arenisca apizarrada.

Sus fragmentos son prismáticos, y los planos de crucero dan lugar á un sólido piramidal.

En algunas de estas caras tiene adherida una pegadura formada por cristalitos de espato calizo.

Otro carácter digno de mencionarse en esta roca, consiste en impresiones carboníferas de fósiles vegetales, que parecen de *zamia.*

En casi toda la zona ocupada por la roca, ésta presenta pegaduras de carbon como en el ejemplar número 10.

No son estas pegaduras las únicas manifestaciones directas del carbon, ni las únicas de las que atestiguan su existencia: este combustible se encuentra en hilos de diferente espesor, colocados casi paralelamente y con la direccion N.O.–45°–S.E., siendo el más grueso de los que yo ví, de 18 centímetros.

Cerca de estos hilos, son más numerosas y se distinguen con más claridad las impresiones fósiles; y de este tipo se ve un ejemplar en el número 11.

Antes de pasar adelante, reanudaré el estudio comparativo entre los caractéres observados en esta exploracion y la practicada en el Distrito de Tlaquiltenango, en el Estado de Morelos.

En el Informe que sobre esta exploracion tuve la honra de presentar á vd. y que ya he mencionado, hice notar la existencia de una pizarra arcillosa endurecida, cubierta de una capa de arci-

lla, que está atravesada por hilos de espato calizo y contiene impresiones fósiles y pegaduras de carbon, y que esta roca es la que sirve de yacimiento á los hilos carboníferos.

La más ligera comparacion entre ambas rocas, descubre semejanzas litológicas, geognósticas, mineralógicas y paleontológicas, que se pueden considerar como identidades que no son indiferentes y que no carecen de significacion ni de valor en un estudio geológico como el que me han conducido á emprender mis exploraciones carboníferas.

Bajo el primer aspecto, parece existir una diferencia, puesto que la roca de Morelos que se encuentra en las mismas condiciones que la de Michoacan, es una pizarra arcillosa, y esta última es una arenisca apizarrada; pero en ambas la composicion elemental es semejante, dominando la arcilla, teniendo muchos caractéres comunes y la misma edad relativa: bajo el segundo, las dos están en la pizarra arcillosa de la época cambriana: los fósiles son los mismos, y en mi concepto pertenecen á la misma formacion.

Ochocientos metros al S.E. del punto á que se refieren los datos expuestos, y al E. del rio, está abierto sobre la pizarra un pozo de 6 metros de profundidad; el tipo de la roca que forma tanto sus respaldos como su plan, se ve en el ejemplar número 12.

En la parte del O. asoma la arenisca del número 13, que está en el límite de ambas rocas.

Este pozo se abrió tal vez con el objeto de descubrir nuevos hilos de carbon; pero el exámen hecho en la localidad, parece poner fuera de duda que dichos hilos se encuentran localizados en la arenisca, pues en toda la extension ocupada por ésta, se hallan en una proporcion más ó ménos sensible; miéntras que fuera de ella, en la pizarra que la encajona, no se descubren ni vestigios de este mineral.

De esto resulta que siendo los hilos de carbon tan delgados, hallándose en una roca que no es la carbonífera, y estando localizados en una zona tan estrecha, su yacimiento no puede considerarse como un criadero; y estas circunstancias, unidas á la dureza de la roca, harian muy costosa la explotacion.

Bastándonos estas consideraciones para obtener una deduc-

cion, considero innecesario detenerme á examinar la proximidad del agua, las dificultades para el trasporte y otros detalles, que someteria á una detenida discusion, si estos yacimientos constituyeran un criadero de importancia.

Sobre lo que sí creo deber llamar la atencion, es sobre las dificultades que concurren así en éste como en todos los yacimientos de carbon que existan ó puedan existir en el Estado de Michoacan, considerados bajo su aspecto legal.

Por una disposicion del señor Gobernador, en la que, á mi modo de ver, no concurrieron ni el estudio, ni el acierto, ni la conveniencia, ni la razon, no se admiten ya denuncios de criaderos de carbon; considerándose éstos de la propiedad del dueño del terreno en que se encuentran.

No es éste el lugar á propósito para analizar esta disposicion, y mucho ménos cuando ya la he combatido por la prensa; y me limitaré solamente á señalar este caso como una comprobacion de las razones aducidas en los escritos á que hago referencia.

La idea de que el dueño de un terreno lo es de los yacimientos de carbon que en él se encuentran, hace que los propietarios se crean con derecho de impedir los trabajos de explotacion, y áun las simples exploraciones.

Los dueños de los terrenos en que están los yacimientos estudiados, consintieron en venderlos á los interesados en la explotacion, y éstos se resolvieron á comprar, en el caso de que aquella les ofreciera alguna expectativa.

El dictámen pericial les fué desfavorable, y ellos desistieron de emprender trabajo alguno, pues para ello tenian que comenzar por un fuerte desembolso para adquirir unas tierras sin valor alguno.

Hé aquí frustrada una exploracion que en este caso no presentaba expectativa, pero que en otros podria resultar fructuosa.

Si los denuncios fueran admitidos, los denunciantes no retrocederian ante los gastos que se les presentasen, puesto que son muy cortos; emprenderian obras de investigacion que tal vez descubririan un criadero de importancia, y con él un centro de trabajo, de actividad, de circulacion y de riqueza.

Hoy los exploradores retroceden; los dueños no emprenden, y

los criaderos que tal vez existen en ese Estado, ni se explotan, ni se conocen, ni se buscan, y lo que es más, ni se dejan buscar, conocer ni explotar.

Incalculables son los males que á este ramo de la Minería le resultan, con la torcida interpretacion que se ha pretendido dar á un precepto que nunca ha regido entre nosotros, y que para su aplicacion necesita desnaturalizar la esencia del punto á que se refiere, declarándose en oposicion con los principios y las clasificaciones de la ciencia.

Insisto, pues, en la idea que en mi primer Informe tuve la honra de proponer á vd., sobre la declaracion legal de que la explotacion de los criaderos carboníferos se halla sujeta á las prescripciones de las Ordenanzas de Minería; cuya declaracion, fundada en la esencia de las cosas, excluye toda duda y no extiende á los demas Estados de la Federacion el interdicto que pesa sobre las exploraciones carboníferas en el Estado de Michoacan.

Pasando ahora al estudio del carbon recogido en los yacimientos mencionados, y cuyos ejemplares acompaño marcados con el número 14, haré observar desde luego que en todos los hilos estudiados es idéntico, no presentando más variaciones que las debidas á la diferencia de espesor, y al mayor ó menor grado de pureza con que se obtienen los fragmentos desprendidos por el tumbe.

El color de este carbon es el negro de terciopelo, variando su lustre en las diferentes texturas.

De éstas se presentan dos en los ejemplares recogidos: la principal que es pizarreña, y en la que el lustre es centellante, y la trasversal concoidea, en la que el lustre es por su intensidad lustroso, pasando á resplandeciente, y por su calidad, de cera.

La superficie es lisa, y en algunas caras de las que se descubren por la ruptura, fibrosa muy fina, y entrelazada por el cruzamiento de las fibras rectas con las curvas.

En éste como en la mayor parte de los carbones, se encuentran puntos más negros y lustrosos, que representan el máximo de pureza.

Por su estado de agregacion, es un sólido propiamente dicho y bastante compacto. No tizna.

Es quebradizo, y sus fragmentos son agudos y pseudo-prismáticos.

En la cara en que tiene su contacto con la roca, y en aquellas en que hay alguna desagregacion por los cruceros, tiene adherida una película muy delgada de caliza de aspecto cristalino.

Su peso específico es 1.607.

Arde con llama ancha, desprendiendo un olor algo bituminoso.

Su composicion es la que adelante se expresa.

Haré observar que me he limitado á hacer el análisis inmediato, que es el que conviene conocer en la industria, y que para hacerlo he seguido el procedimiento indicado por el profesor Berthier.

Carbon	70.00
Cenizas	10.00
Sustancias volátiles	20.00
Total	100.00

Plomo reducido del litargirio	25.20
Carbon equivalente	0.756
Poder calorífico	5695.20
Carbon equivalente á las sustancias volátiles	0.565

Este carbon puede referirse á la ulla semigrasa.

Las aplicaciones de este combustible aconsejan su explotacion; y ésta deberia emprenderse si se encontrara en un criadero propio, con un espesor conveniente, y en una extension tal, que fuera posible extraer grandes cantidades con poco gasto.

Pero hallándose en un depósito accidental, en un yacimiento extraño, en hilos tan delgados, localizado en una zona tan estrecha, sobre una roca tan dura, y debajo y cerca del agua del rio, su explotacion es imposible, sea cual fuere el aspecto bajo el cual se examine.

Frustrado el objeto de mi exploracion en sus resultados industriales, no lo es en sus relaciones científicas; pues proporciona un nuevo dato para resolver el problema relativo á los yacimientos de carbon en nuestro suelo, que tanta importancia presenta en la economía, en la higiene, en la industria y en la ciencia.

Catálogo de las rocas y carbones recogidos en la exploracion hecha á los yacimientos carboniferos de Huetamo.

Núm. de órden	Clasificacion de las rocas y su localidad	Núm. de ejemplares
1	Conglomerado de la cuesta de Paso Real	1
2	Pórfido arcilloso de las orillas del rio en Paso Real	1
3	Caliza apizarrada de la cuesta de Cundano	1
4	Idem compacta gris con hipuritas, de cerca de San Lúcas	1
5	Pizarra arcillosa de hojas gruesas de cerca de Corral Viejo	1
6	Arenisca intercalada en la pizarra anterior	1
7	Pizarra arcillosa de hojas gruesas cerca del rio	1
8	Idem idem en estratificacion concordante con la arenisca	1
9	Arenisca apizarrada que sirve de yacimiento al carbon	1
10	Idem idem con pegaduras de carbon	3
11	Idem idem con impresiones fósiles cerca del carbon	1
12	Pizarra arcillosa del pozo al E. del rio del carbon	1
13	Arenisca intercalada á la pizarra anterior al E. del pozo	1
14	Ulla semigrasa de los yacimientos de Corral Viejo	65
	Número total de ejemplares	80

México, Febrero 18 de 1882.

SANTIAGO RAMIREZ.

Ministerio de Fomento, Colonizacion, Industria y Comercio.—México.—Seccion 2ª— Tengo la honra de remitir á vd. el Informe relativo al reconocimiento de los criaderos minerales situados en el Distrito de Coalcoman, Estado de Michoacan.

En la Escuela Nacional de Ingenieros están á disposicion de ese Ministerio, las tres colecciones que formé, desempacadas y clasificadas: espero se sirva ordenarme á quién se las entrego, lo mismo que las dos figuras de piedra.

Causas poderosas influyeron, á mi pesar, para que no rindiera el presente Informe con la oportunidad debida.

Aprovecho la ocasion que se me presenta, para manifestar á vd. las consideraciones de mi particular aprecio.

México, Diciembre 24 de 1881.—*Manuel Urquiza.*—Una rúbrica.—Señor Ministro de Fomento.—Presente.

Ministerio de Fomento, Colonizacion, Industria y Comercio.—México.—Seccion 2ª—Con el oficio de vd. fecha 24 del mes anterior se recibió el Informe que rinde como resultado de su exploracion á los criaderos minerales del Distrito de Coalcoman, Estado de Michoacan.

El Presidente se ha servido acordar que se publique dicho Informe, y que las colecciones que recogió vd. durante su expedicion, las entregue al Director de la Escuela de Ingenieros, de quien recabará vd. el recibo correspondiente que remitirá á esta Secretaría.

Libertad y Constitucion. México, Enero 12 de 1882.—*Pacheco.*—Al Ingeniero de minas Manuel Urquiza.—Presente.

EXPLORACION

DEL

DISTRITO DE COALCOMAN, ESTADO DE MICHOACAN,

POR

EL INGENIERO DE MINAS MANUEL URQUIZA.

Señor Ministro de Fomento:

Tengo el honor de presentar á vd. el siguiente Informe, sujeto á las instrucciones que, por la Seccion 2ª del Ministerio de su digno cargo, me fueron comunicadas para el desempeño de la comision que tuvo á bien confiarme el señor Presidente de la República por conducto de esa Secretaría. Me es grato trascribirlas, pues cada una de ellas comprende los puntos que he procurado resolver, en la exploracion que practiqué para reconocer los criaderos minerales situados en el Distrito de Coalcoman, Estado de Michoacan.

Son las siguientes:

«Formacion de croquis é itinerarios de los caminos recorridos durante la exploracion.

«Estudio geológico del terreno en que se encuentren los criaderos, amplificado con la descripcion topográfica de la localidad.

«Estudio estratigráfico de la region explorada.

«Estudio paleontológico de los fósiles que se recojan durante el reconocimiento.

«Clasificacion y determinacion de los criaderos; condiciones geognósticas de su yacimiento; número de los que se hayan explotado ó estén actualmente en explotacion.

«Importancia de los diversos criaderos, su expectativa probable y condiciones de su explotacion.

«Elementos con que se cuenta para ésta; medios de adquirir los que falten; ventajas é inconvenientes que se presentan para su desarrollo.

«Tratamientos metalúrgicos más adecuados; medios de establecerlos; probabilidades de adquirir los ingredientes necesarios.

«Ventajas é inconvenientes que presenta la exportacion de los productos explotados y explotables, sean ó no metálicos.

«Medios de trasporte á los lugares más adecuados para el establecimiento de oficinas metalúrgicas ó para la exportacion; costo que sacará el beneficio de los frutos calculado por carga ó por monton; circunstancias que pudieran hacer ventajosa la explotacion de los criaderos.

«Número, posicion y espesor de las vetas que presenten los criaderos; extension de éstos; enumeracion de las sustancias explotables que contienen; su proporcion y distribucion, y sus relaciones con las rocas en que arman los criaderos.

«Formacion de colecciones de rocas, fósiles y minerales que se encuentren en los lugares explorados.

«Además de estos puntos generales, el Ingeniero extenderá sus estudios á todos aquellos que estime necesarios para el mejor desempeño de su comision, y hará las observaciones que juzgue convenientes para facilitar la formacion de compañías que puedan explotar con buen éxito los criaderos minerales del Distrito explorado, fomentando y desarrollando en él este importante ramo de nuestra riqueza pública.»

Formacion de croquis é itinerarios de los caminos recorridos durante la exploracion.

Daré una idea del camino que conduce á Coalcoman, centro de mis exploraciones, sin detenerme en el muy conocido de la capital á Morelia y Pátzcuaro. De esta ciudad hay dos para ir al rancho de San José; uno pasa por los pueblos de Paracho y Periban, al O. del alto cerro de Tancítaro, y el otro que fué el que seguí, por el puerto de Tingambato, el Malpaís, formacion vol-

cánica, cuyas alturas basálticas rodean en forma de anfiteatro la fértil Uruapam; sigue por la sierra, pasa las barrancas del fuerte de Verduzco, y poco ántes de llegar á Tancítaro, en la falda oriental del cerro, aparecen capas de tobas y brechas traquíticas. De Tancítaro, 2,200 metros altitud, se baja rápidamente, y en Pareo vuelven á verse los basaltos que se ocultan poco despues en la tierra vegetal. Una formacion de calizas, surcada de barrancos, aparece en las lomas de Puente de Piedra, y el camino atraviesa parte del plan de Tierracaliente, para llegar á San José, situado en la márgen izquierda del rio de Tepalcatepec. El vado de la Soledad tiene una altitud de 345 metros. El acarreo del rio está formado de grandes trozos de granitos, sienitas y pórfidos, y más chicos de basaltos y dioritas.

Del vado sigue el camino por Tepalcatepec, pasa por las Animas, Cañada de Ticuilúcan, Las Nueces, Puerto de las Cruces (1,375 metros altitud), La Rosa, El Salitre, Rancho de Maruata y Coalcoman.

Itinerario de México á Coalcoman.

	DISTANCIAS	
De México á	Parciales	Totales
Morelia	314ks.250	314ks.250
Pátzcuaro	58. 660	372. 910
Uruapam	61. 610	434. 520
Tancítaro	54. 470	488. 990
San José	75. 420	564. 410
Tepalcatepec	12. 570	576. 980
Coalcoman	75. 420	652. 400

Itinerario de Coalcoman al Santo Niño
dando la vuelta por los pueblos.

	DISTANCIAS	
De Coalcoman al	Parciales	Totales
Rancho del Cobre	41ks.900	41ks.900
Tabernillas pasando por Trojes	71. 230	113. 130
Chacalapa	20. 950	134. 080
Maquilí por las Salinas	102. 655	236. 735
Huitzontla	60. 755	297. 480
Ostula	46. 090	343. 570
Coire	54. 470	398. 040
Pómaro	12. 570	410. 610
Mina del Santo Niño	134. 080	544. 690

De Coalcoman á Aguililla..................	83ks.800
Aguililla á la Guayabillera................	41. 900
Idem á San Prisciliano....................	16. 760
Idem al Zapote............................	6. 285
Idem á Cerro Verde........................	159. 220

NOTA.—En hoja separada acompaño el croquis.

Estudio geológico del terreno en que se encuentren los criaderos, amplificado con la descripcion topográfica de la localidad.

Coalcoman está situado en la orilla derecha del rio que tiene su nombre, y al pié del cerro del Albillo, en un pequeño valle del centro de la Sierra Madre, la cual, como se sabe, atraviesa los Estados de Jalisco, Colima, Michoacan, Guerrero, etc.

El pueblo está dividido en la parte Oeste por el rio Chiquito, que baja del cerro del Laurel, faldea el del Albillo al Oeste, y se junta con el de Coalcoman, á orillas de la poblacion. Poco más abajo se les une el de Astala, que es el que tiene más agua: nace en las laderas del cerro de Albadaloza, en el ojo de agua del Nacimiento, serpentea en la serranía de las Tabernillas, pasa entre los cerros de Apamila y la Carbonera, para entrar en el valle por el Oriente, se dirige por el Poniente y despues al Sur, formando una herradura; conserva su nombre hasta desaguar en el Pacífico por la bahía de Cachan.

El valle está limitado al N. por el cerro del Albillo (el cual forma una prolongacion entre aquel y el pequeño plan de la Parrilla), el del Rincon que es continuacion del anterior, y el de Chihuistila, los tres contrafuertes del alto cerro del Laurel; al E. por el de los Guzmanes, el de Apamila y el de la Carbonera; al Sur por el de Guadalupe, y al O. por el del Sauz y las lomas de la Chichihua.

Tiene próximamente de N. á S. 10 kilómetros desde el Rincon al Rancho de Guadalupe; y de E. á O. poco más de 5, desde el Carricito á la Chichihua.

El terreno está formado de capas sedimentarias, aunque al O. de la poblacion, en el rio Chiquito, se ven dos de acarreo estratificadas horizontalmente, distintas por el tamaño de sus guijar-

ros; la inferior los tiene más chicos que la superior; pero que no tienen importancia por ser de orígen moderno.

Al pié de la loma donde se construye un templo, aparece la primera capa sedimentaria; es de caliza de color blanco agrisado, muy poco lustrosa, casi mate, textura astillosa, fragmentos poco romos, raspadura blanca. Sobre ésta yace otra de color rojo de albérchigo bajo; textura de grano fino, lustre un poco centellante, por estar la masa impregnada de pequeños granos de cuarzo; raspadura blanca rosada, olor arcilloso y hace efervescencia con los ácidos. Su direccion es S.E. 18 grados N.O., y su inclinacion al S.O.

Las hiladas siguientes están alteradas en la superficie y en estratificacion concordante con las calizas. Son de areniscas más ó ménos margosas, de aspecto apizarrado, y variables tanto en el color como en la composicion. El color dominante es el verde más ó ménos subido, y además el rojo, el gris y el amarillo bajos, dando al conjunto un aspecto abigarrado. La composicion en unas es calcárea, en otras arcillosa, dominando la clorita ó los óxidos de fierro; algunas hiladas son de marga y otras de arcilla. Sus gruesos varían entre 0.01 mts. y 0.12 mts.

Superpuestas tienen una capa de caliza de 8 metros de espesor, color rojo pardusco, raspadura más clara, textura de grano grueso, que tiene el mismo rumbo é inclinacion que la anterior; una serie de hiladas de areniscas y margas, interponiéndose una capa de arenisca de grano grueso; tres capas de caliza gris de humo, textura astillosa, raspadura blanca agrisada con restos é impresiones de nerineas, y venillas de espato calizo y hierro carbonatado.

Siguiendo en estratificacion concordante como está toda la serie, varias hiladas de margas apizarradas, algunas muy deleznables, y seis capas de caliza. La última se oculta con la tierra vegetal que cubre un tramo del terreno, hasta la subida de la loma inmediata, en que aparecen las areniscas y las margas, que yacen alternadas con las calizas; primero con una capa que en algunos lugares sobresale medio metro de la superficie, y luego con varias que tienen impresiones de fósiles, y una de ellas está formada, como se ve en el ejemplar de la coleccion, de conchas de

los ostráceos, íntimamente unidas por un cemento calcáreo arcilloso.

En el contacto de las margas con la caliza, está la mina de los Dolores, de mineral de hierro, actualmente azolvada y distante de las ruinas de la antigua fundicion unos 800 metros, rio de por medio. En la parte limpia de la excavacion se ve la capa armando en aquellas rocas, teniendo al alto la caliza un *reliz* muy marcado, y al bajo la separa de la marga una guarda de arcilla ferruginosa. El cuerpo de la capa es de hierro pardo de 0.85 mts. de grueso, su rumbo 38° N.O. y su echado al S.O. de 76°. Al N. de la excavacion se ven indicios de que se explotó, á tajo abierto, como 40 metros, pero al S. no hay ninguno ni tampoco se notan los crestones.

La caliza del Alto es negra agrisada, textura astillosa, raspadura blanca y su masa cruzada de venillas de espato calizo; tiene diseminados pequeños cristales de pirita cúbica y embutidos algunos fósiles.

Despues de estas calizas siguen las margas ocupando gran extension del terreno, hasta que vuelven á verse las calizas con impresiones de nerineas y otros fósiles, inmediatas al arroyo del Naranjo.

Las nerineas, que en impresiones abundan en estas calizas, y petrificadas se hallan rodadas sobre las margas, muy semejantes á la nerinea hicroglifira del «Coral Rag» ó caliza de la oolita média (Eléments de Géologie par Lyell, tom. 1º), me hicieron creer que pertenecia esta formacion al período jurásico, lo que indiqué á ese Ministerio en mi comunicacion de 30 de Marzo. Otros fósiles, los rudistas, que recogí en los estratos superiores é inferiores á aquellos, y que áun en las mismas calizas están muy destruidos, prueban que es del cretáceo.

Al N. N. O. de la poblacion está la mina del Rincon, de mineral plomoso. El camino atraviesa el potrero de Chihuistila, sigue una direccion casi paralela al rio Chiquito; sube por la ladera del cerro del Rincon, formada por unas calizas, cuyas capas están tan *resquebradas*, que no puede determinarse su rumbo en este punto, pero que continúan en el de los Albillos, ocultándose al E. de la poblacion por la tierra vegetal, para aparecer en el de los

Guzmanes; y tanto en éste como en el de Astala, forman una serie notable de capas, que vuelven á ocultarse al pasar á la falda N. E. del cerro de la Carbonera, continuando en la serranía hácia el S.E.

La caliza está en lajas más ó ménos inclinadas, de superficie áspera y rugosa, manchada de negro, con restos é impresiones de fósiles, distinguiéndose las nerineas.

El camino, pasando parte de la ladera, se dirige un poco al N. O., donde se ve alguna regularidad en las mencionadas calizas, teniendo sus labios de fractura un rumbo de 60° N. O., distinto de la direccion general que tiene la formacion en el valle, pero inclinándose siempre al S. O. Debajo de éstas, y en estratificacion concordante, siguen las margas, entre las que hay capas de areniscas y arcillas apizarradas, en algunos lugares muy alteradas en la superficie, y en otros la textura es tan compacta y las capas tan delgadas, que se pueden tomar por pizarras (shales). En la falda occidental de la cañada de las Guayabitas se interponen dos hiladas de caliza de 4 á 5 metros de espesor, y poco más adelante se encuentran algunos fósiles esparcidos sobre la superficie de la ladera, en su mayor parte muy destruidos; pero entre los que recogí unos rudistas, y áun se hallan, aunque son muy raras, las nerineas.

En las Abejas vuelven á verse otras capas de caliza, cuyo rumbo distinto del anterior, es de 30° N. O., desviacion que puede atribuirse á la topografía de las localidades. Subiendo una meseta, la parte más elevada del camino, 1,475 metros altitud, hay unas peñas de marga endurecida, que tiene un fuerte olor arcilloso y hace efervescencia con los ácidos, diseminadas sobre capas muy descompuestas de pizarras (shales), cuya estratificacion es dudosa por los muchos *relices* que tienen, siguiendo esta misma formacion en la barranca en cuyo lecho está ubicada la mina.

Como ni en la barranca ni laderas se ven señales que indiquen la existencia de vetas, sospeché podria estar trabajada en un criadero irregular; y de acuerdo con los dueños se mandó limpiar, y tanto en el plan como en las paredes de la labor que se desaterró, se encontró la misma formacion del terreno, lo que confirmó mis sospechas. Las hiladas de pizarras, que la mayor parte hacen más ó ménos efervescencia con los ácidos, son muy delgadas; entre

ellas hay una brecha que tiene 4 centímetros de grueso, y embutidos fragmentos angulosos de cuarcite y pequeñas masas minerales, compuestas de galena hojosa y blenda negra, íntimamente mezcladas, que constituyen la parte explotable de la mina.

Además, en el plan de la labor hay una hilada de cuarcite, formada por la reunion de tres capas delgadas, color gris de perla, y otra teñida por el hierro de rojo pardusco con cristalitos muy pequeños de pirita. Las pizarras se desmoronan á los pocos dias de estar expuestas al aire libre.

Parte de los terrenos descritos ántes pasan al S. de la poblacion; al S. O., situada en la orilla izquierda del rio de Astala, está la antigua ferrería, y como á dos kilómetros de distancia y al S. de ésta, separada por unas pequeñas lomas, queda la mina de los Bancos, de mineral de hierro.

Las lomas están formadas de margas que tienen una direccion de 16° N. O., inclinándose al S. O.: en sus laderas se encuentran algunos fósiles petrificados de los que recogí otros rudistas, y son ménos escasas las nerineas que en las margas del camino de la mina del Rincon.

La grama, que está muy crecida, y los atierres, cubren completamente la de los Bancos. Parece, por las huellas de las antiguas excavaciones que se notan en varias direcciones, que el criadero debe ser irregular, y que el hierro yace en varias capas. Los ejemplares que recogí son de hierro palustre.

En el rio vuelven á verse las calizas, siendo más compactas; una capa de color negro agrisado, textura de grano muy fino, puede considerarse como piedra litográfica. En éstas se ve una desviacion muy marcada en su direccion respecto á las anteriores, lo mismo que en su inclinacion, que es al N. O. y aquella al N. E., sin poderse fijar los grados por estar poco marcados los relices.

En la entrada de la cañada de Guadalupe hay una capa de caliza negra agrisada, textura compacta astillosa, restos fósiles muy destruidos, que sobresale de la superficie, teniendo los crestones una direccion de 50° N. E., inclinándose al N. O., reposando sobre unas capas de areniscas verdes y dos de caliza, de aspecto cristalino, blanco agrisado. La tierra vegetal y lo exuberante de

la vegetacion cubren parte del terreno, hasta que á la izquierda de la cañada sobresalen unos acantilados de una caliza cristalina, blanca amarillenta y agrisada, que en algunos fragmentos es blanca de nieve; poco lustrosa, textura compacta de grano fino, trasluciente y quebradiza: es una roca metamórfica. Poco más adelante y en el fondo del arroyo, hay unas pizarras negras, de aspecto semicristalino, que por su estructura en láminas ó lajas muy delgadas y su textura trasversal de grano muy fino, pueden referirse á las arcillolitas. Las pizarras se ocultan por el acarreo, y despues aparecen unos granitos que forman el lecho del arroyo en toda su longitud, y en algunos lugares se ven en las laderas de los cerros que forman la cañada. El granito está formado de feldespato, cuarzo y mica, impregnado de pirita, notándose que donde abunda ésta, disminuye la mica, y en algunos ejemplares casi desaparece. En el punto llamado Las Canoas, donde se bifurca la cañada, hay unas filtraciones de caparrosa verde (sulfato de hierro), debidas á la descomposicion de las piritas, que suponian era una veta. Poco más abajo hay una de dolemia, blanco de nieve, que no manifiesta tener ninguna pinta metálica, al ménos en la parte visible, ó sea en los crestones. En el ramal de la izquierda hay otras filtraciones de caparrosa y una roca de aspecto porfiróideo de color verde, con granos esferoidales de cuarzo y laminitas de mica, que me parece accidental.

Aunque no se puede observar el contacto de las calizas y pizarras con los granitos, no cabe duda que sobre esta roca descansan aquellos, y que á su influencia se deba que estén más ó ménos metamorfoseadas, pues el granito sólo está, como dije ántes, en el fondo de la cañada y partes más bajas de las laderas, miéntras que las calizas y pizarras aparecen en la cumbre y partes elevadas de las mismas laderas.

En el ramal de la derecha hay una vetilla de cuarzo con pirita, que arma en una caliza negra agrisada, con cristalitos blancos de calcite, que le dan el aspecto de una roca cristalina, y tiene restos fósiles que no se pueden clasificar. Su rumbo es de S.O. 80° N.E., su echado de 78° al S.E., y su ancho no pasa de 40 centímetros.

La mina de hierro del cerro de la Carbonera, situada en su fal-

da occidental, está, como todas las que se trabajaron á principios de este siglo en ese Distrito, aterrada: por lo que pude observar, me pareció ser una capa estratificada en las de caliza, formada en su mayor parte de hierro rojo que tiene una direccion de 30° N.O., casi al mismo rumbo que la de Dolores. Como á 300 metros hay otra aun más aterrada que la primera, y que tal vez sea su continuacion, pues arma en las mismas calizas; aunque las capas de éstas estén dislocadas en el intermedio. Tambien la galena se encuentra en este cerro, en la vertiente oriental.

Como al S.E. de la poblacion la formacion del terreno es la misma que la descrita ántes, para evitar repeticiones, sólo anotaré las variaciones que observé.

Para ir á la mina del Crustel, que dista cuatro leguas, el camino pasa por el rancho de Astala, sigue por la orilla del rio, se dirige al Sur y sube unas cuestas: en una de ellas hay una capa de caliza negra apizarrada, de aspecto cristalino, que tiene en su masa hipuritas, las mejor conservadas que encontré en las calizas, pues sólo tienen destruida la parte exterior de la concha. El camino desciende y se junta con el rio de Cochista, continuando paralelamente á éste por las faldas orientales de la serranía hasta llegar á la mina que está en la ladera opuesta. Antes de llegar hay unas capas de arcilla apizarrada teñida de rojo por los hidróxidos de hierro, y entre ellas, embutidas, concreciones semi-esféricas formadas por capas concéntricas de hierro arcilloso.

El criadero de mineral de hierro arma en el contacto de las margas con las calizas; su rumbo es N.O. 55° S.E., inclinándose al Sur. Sin embargo que lo cubre la tierra vegetal, se nota su importancia, pues se ve al hierro surgir en varias partes de una faja que tiene 15 metros de ancho y más de 150 de largo. El mineral es el hierro rojo, algo ocráceo, asociado al pardo.

Continuando al S. y pasando las calizas del Crustel, las areniscas tienen un gran desarrollo al Oeste, formando las alturas de los ranchos de Cochista y el Potrero. Antes de llegar á éste, se encuentra el hierro espejado en una roca que á primera vista podria tomarse por un creston de veta, pero que examinada, se ve que es de la misma arenisca de la montaña. Entre ese rancho y el de las Trojitas se explotó el cobre. La excavacion está abierta

de plan en una capa de arenisca con pintas de carbonato y silicato de cobre. Su rumbo es N.E. 60° S.O., y su echado 48° al S.E. Arma en las capas de arenisca en estratificacion concordante. Inmediato hay un tajo de poca profundidad, tambien con pintas de cobre y de donde extrajeron algun mineral, como lo prueba el que se ve en el terrero.

Al Oeste de la poblacion y como á dos leguas de distancia siguiendo el camino de Colima, está la mina de los Cimientos. Es una capa de hierro pardo mezclado con el óxido de manganeso terroso, de 45 centímetros de espesor, estratificado en las margas, que principiaban á explotar cuando la visité. Poco ántes de llegar hay grandes peñas de granulite, desprendidas de la bufa del cerro que está al N. del camino y yacen esparcidas en la ladera que está formada de areniscas y margas endurecidas.

Siguiendo el camino de Morelia, el cerro de los Albillos queda al Oeste, donde las calizas, de que hablé antes, forman en casi toda su longitud un acantilado: el plano de juntura con las margas, que disminuye en el declive Sur, se oculta al bajar al rio; vuelve á sobresalir en la vertiente N. de los Guzmanes; en el de Astala es ménos visible, y en la serranía del S.E. aun algo se nota.

Al E. queda el plan de Parrilla, limitado por ese rumbo con la serranía del mismo nombre, y al N. por uno de sus contrafuertes, por cuya base pasan el rio y el camino, al pié de un fronton de 15 metros de altura, formado por 13 capas distintas; la inferior, de arenisca verde, tiene superpuestas una de conglomerado formado de cuarzo y pórfido en un cemento arcilloso, dos de marga, una verde y la otra blanca agrisada, una de cuarcite gris de humo, y el resto de margas verdes con granos más ó ménos grandes de clorita; siendo la superior de arenisca blanca amarillenta. En este pequeño plan ví restos de hipuritas, aunque muy raros.

El camino continúa costeando el rio de Coalcoman, pasa por los ranchos de la Cofradía, Maruata y Corongoro. Aquí las calizas con restos fósiles están bajo las margas y sobre las areniscas; éstas tienen algunas capas estratificadas de arcilla apizarrada con concreciones de hierro arcilloso, y despues siguen de conglomerado rojo.

Desde el Salitre, la sierra de este nombre y la Hermosa están dividas por el rio, continuando el camino por sus orillas, hasta la Rosa, donde se separa; sube al puerto de las Cruces, 1370 metros altitud, baja al rancho de las Nueces y sigue por la Cañada de Ticuilucan, y el nacimiento del rio queda en las montañas del E. Por el puerto pasa la línea que separa las cuencas hidrográficas de los rios de Tepalcatepec y Astala; las aguas de las vertientes del N. van al primero, y al segundo las del S.

A la salida de la cañada y en terrenos de la hacienda de San Isidro, la caliza de hipuritas está sobrepuesta á la arenisca roja que se extiende hasta Tepalcatepec, en que las capas son de conglomerado rojo.

Subiendo por la Cañada del Palmar, al O. del Salitre, sobre las arcillas apizarradas hay esparcidos fragmentos de diorita, roca que sólo en el fondo del arroyo se ve en su yacimiento, sobrepuesta por aquellas que están en el contacto metamorfoseadas. Poco más arriba las arcillas, con concreciones de hierro arcilloso, son iguales y tal vez sean las mismas capas que se ven en el camino del Crustel y pasan por los Camuchines y Corongoro. Las calizas aparecen en dos series distintas en el Palo Dulce; en ambas tienen el aspecto semicristalino y restos de fósiles. A la bajada del puesto de Cóporo, 1755 metros altitud, la roca está muy alterada por la influencia de los agentes atmosféricos, y tan desmoronadiza, que ha perdido sus caracteres. Pasando el rancho de la Purísima, la superficie está sembrada de trozos redondeados de caliza, como si hubieran sido trasportados por las aguas.

En el fondo de las barrancas de la ladera S. del cerro de Cóporo, vuelve á verse la diorita debajo de las pizarras. Estas están atravesadas por dos vetillas paralelas que corren de E. á O. En la del Diamante hay abierto un pozo de 6 metros de profundidad, donde se ve el cuerpo de la veta de 0.82 metros de ancho, formado de cuarzo comun, teñido más ó ménos por los hidróxidos de hierro y espato pesado (baritina), sin ninguna pinta metálica, y su echado casi vertical. La de San José sólo tiene 0.30 metros de ancho, y está formada por dos hilos de espato pesado que tiene en el centro uno de cuarzo. Su única labor es el pozo de Or-

denanza que está lleno de agua; pero del terrero recogí unos ejemplares de espato pesado con galena, cobre amarillo y pirita.

La formacion cretácea al E. se prolonga más allá de Aguililla, y de la hacienda de Higüitlan al S.O., puntos extremos que visité, por lo que voy á describir el terreno de un modo general, deteniéndome en donde observé alguna variacion. Saliendo de Coalcoman por los Camuchines, se pasan las arcillas ferruginosas de concreciones de hierro arcilloso ántes mencionadas. La direccion de las capas es de N. á S., y su inclinacion de 40° al O. En el rancho de la Parrilla, 1185 metros altitud, se encuentran otras capas iguales á las anteriores, y unas de una caliza negra de grano fino, con fósiles. Pasando el rancho del Naranjo, vuelve á encontrarse el hierro arcilloso en concreciones, y á una altitud de 2250 metros, la caliza forma pequeños acantilados, que son más notables en Torrecillas, donde hay dos imitando unas torres formadas por cuatro capas sobrepuestas de caliza, de 10 á 11 metros de altura. Tanto estas capas como las del terreno, son casi horizontales y están erizadas de pequeños cantiles de formas más ó ménos caprichosas, siendo mayores é imitando ruinas por el camino del Durazno. La caliza tiene fósiles, pero tan destruidos, que no pude encontrar uno que pudiera clasificarse.

Despues de pasar éstas, que tienen un gran desarrollo, hay otras cuya direccion es S.O. 20° N.O., y poco más adelante unas que están casi verticales.

Debo mencionar el gran número de grutas ó *rezumaderos*, como les llaman en la localidad, que hay en esta serranía. Están en pequeñas hondonadas, formadas en el contacto de las margas y *shals* con las calizas, y siempre que la hondonada es alargada, la caliza forma un muro en cuya base está la gruta: otras ocupan el centro de pequeños valles circulares en forma de embudos, y algunas son muy profundas.

La caliza se ve en el punto más elevado del camino á 2475 metros altitud. Más abajo de las Puentecillas hay unas areniscas rojas que pasan á conglomerados en algunas capas.

En la Alberca se explotó el plomo; las excavaciones eran muy superficiales y están azolvadas; pero se ve que no tienen direccion determinada; parece fueron abiertas al acaso, sin ningun

plan. Por esto y las noticias que adquirí del yacimiento de la galena, que arma en caliza, así como no haber encontrado ningun creston ni indicio de veta en las inmediaciones, me convencí de que es un criadero irregular. La caliza tiene fósiles; sólo se ve la forma exterior muy alterada, pues están fosilificados en calcite.

Las calizas continúan alternando con las margas y areniscas, y al pasar la barranca del rancho de Juan Pablo, aquellas forman un puente natural. Más abajo de los Sauces, las areniscas son rojas, y, al llegar al pueblo, los conglomerados están intercalados entre sus capas.

Aguililla, situada en una pequeña planicie de una de las vertientes del N. de la Sierra Madre, está limitada, por ese rumbo, con los cerros de las Cabras, la Encinera y el Zapote; al E. el Rincon, y más retirado el Coacoyul; al S. el Chirimoyo, los Tres Cerritos y parte de la serranía de la Alberca; al O. está Serranía, Tepostan y la Laja, y al N.O. pequeñas lomas la separan del plan de Tierracaliente. La altitud de la poblacion es de 975 metros. El rio de Aguililla nace al pié del cerro de Albadalosa: su primera direccion es al N.E. Al pasar por la orilla del pueblo se inclina al E., despues al S.E., y luego al S., para ir á desaguar al Pacífico por Neispan.

Siguiendo el camino de la hacienda de Huixto, el conglomerado rojo llega hasta cerca de la Playa (rancho), y las areniscas tienen una direccion, en este lugar, de S.E. 80° N.O., y una inclinacion de 10° al N.E. Poco más abajo, alternan las rojas con las grises verdosas y amarillentas, y en algunos puntos están sobrepuestas de capas de arcilla apizarrada casi horizontales. En el Tepeguaje la arenisca es blanca agrisada con pequeñas láminas de mica amarilla, alternando sus capas con la roja, y desapareciendo aquella al principio de la cuesta, 805 metros altitud; continuando la roja alternando con la gris verdosa, hasta llegar al plan que tiene, en el paso del rio de Huixto, una altura sobre el nivel del mar de 485 metros.

Del rancho del Reparito sigue la formacion de las areniscas, hasta la union de las cañadas de la Alberca y la Guayabilla, encontrándose en la vereda y sobre la loma que forma el flanco S. de aquella, piedras rodadas de caliza con fósiles.

Subiendo por la Guayabilla, cuya direccion general es de E. á O., se observan unas capas de marga sobrepuestas á unas de areniscas en estratificacion concordante, y despues un dique de diorita que está casi vertical, armando en el conglomerado rojo, cuyas capas son casi horizontales; en este punto la tierra vegetal y la piedra rodada ocultan una gran extension de terreno; en un derrumbe de la ladera se descubren varias capas de caliza fétida, gris de humo, que por su inclinacion 25° al E. se supone que están en estratificacion discordante con el anterior conglomerado, y con otras tres capas de caliza de muy fuerte inclinacion que se descubren más arriba. Estas descansan sobre unas pizarras de estratificacion dudosa por los muchos *relices* que tienen. Adelante hay una dislocacion; el reconocimiento lo practicaba por el fondo de la cañada, cuya direccion es, como dije ántes, de Oriente á Poniente: tanto el costado N. como el S. están cortados á pico, como si se hubiese abierto un tajo; la caliza, que en el fondo de la cañada puede tener 200 metros de espesor, presenta sus hiladas del S. casi horizontales, y las del N. con una inclinacion de 16° al E. En las hiladas intermedias de este costado recogí unos fósiles del género Pecten.

En otro tramo las areniscas y margas alternan con las calizas en estratificacion concordante, y sigue una arcilla apizarrada muy ferruginosa. Las pizarras están, en la union de esta cañada con la barranca de la Guayabillera, cuya direccion general es al N.O., alternando con las areniscas, y en su parte superior tienen gran desarrollo. El agua de esta barranca tiene mucho bicarbonato de cal en solucion, que se deposita en estado de carbonato insoluble en las peñas y saltos formando conos de capas concéntricas, entre las que se incrustan las hojas de los vegetales.

Antes de llegar á un gran salto hay tres vetitas, con pintas de cobre abigarrado que tiene ley de plata; pero tan angostas, que la más ancha no tiene un décimetro. Más arriba se le junta otra barranca que baja de la ladera S. del cerro de la Huerta, cuya direccion general es al N.E., que se bifurca á média ladera, y sus dos ramales llegan casi á la cima de la montaña. El panino cambia; en lugar de las pizarras y areniscas hay un pórfido fel-

despático, en el que arma otra vetilla ménos angosta que las anteriores y con distinto rumbo. El lecho está cubierto en varios tramos por azolves, que impiden ver el contacto del pórfido con las areniscas que forman la cúspide y descienden por la falda N. hasta llegar á la formacion que pasa por la cañada. En esta última barranca fué donde se encontraron, el año pasado, los trozos de amalgama de plata, de que me ocuparé en otro lugar.

El reconocimiento practicado por mí en este lugar, lo mismo que el hecho por otras personas varias veces, sólo ha sido por el fondo de las barrancas, y no tan escrupuloso como era de desearse, por tener muchos tramos azolvados. En las faldas de la montaña la vegetacion es tan exuberante, que algunos lugares son impenetrables, y para poderse explorar se necesita hacer grandes desmontes y abrir varias zanjas, trabajos indispensables para cerciorarse si las tres vetillas que pasan por la primera barranca son distintas ó es una ramaleada; lo mismo se necesita hacer para examinar la otra, y además limpiar algunos tramos de las barrancas, cosa que no pude hacer por la falta de elementos y de tiempo.

Al N.E. de Aguililla, y á poco más de una legua, está la mina del Zapote; veta con pintas de cobre que arma en la pizarra, y que tiene un socavon de 10 metros de cuele y un rumbo de S.E. 63° N.O. En la misma barranca, y como 150 metros más arriba, hay otro creston de 1.50 metros de ancho, con rumbo S.E. 30° N.O, muy poblado de pirita de cobre (chalcopirita), con poca ley de plata, que arma en el contacto de las pizarras con las calizas.

Las vetas de San Prisciliano quedan casi al N. del pueblo, en el rancho de los Lobos, y á 4 leguas de distancia. El conglomerado rojo y las areniscas aun se ven en el Encinal, y las pizarras en los Lobos yacen sobre el granulite que sólo aparece en el fondo de las barrancas. En esta roca arman tres vetas vírgenes. La primera tiene una pequeña excavacion, en la que se ve el cuerpo de la veta, compuesta de cuarzo, calcite, arcilla y esteatita. El mineral es galena hojosa, muy pobre en plata, acompañada de malaquita, azurita y pirita; su ancho es de 0.50 metros y el rumbo de la veta de 75° N.O. Al pasar el arroyo se angosta, y el mineral tiene poco ménos de 0.10 metros; pero en la ladera

opuesta vuelve á ensanchar la veta y tiene el mineral 0.35 metros.

La segunda veta se ve en la barranca que sigue, de la misma pinta que la anterior, aunque el mineral, en el creston, está muy despoblado; su ancho es de más de un metro y su rumbo de 35° N. O. La tercera es paralela á ésta; su potencia de 1.20 metros, y la galena, *tan hecha* como en la primera, tiene 0.40 metros de ancho.

De Coalcoman, por el camino antiguo de Colima, se observa la misma formacion que en la Parrilla. Poco ántes de llegar á las Tablas las arcillas son muy ferruginosas; pero ni éstas ni las anteriores capas tienen concreciones de hierro. En el picacho N. del cerro del Laurel, 2,185 metros altitud, las dioritas son de estructura esquistosa; alternando las lajas con otras de la misma roca alterada, y con una que tiene feldespato y cuarzo con hierro espejado. El picacho del Sur está formado por las calizas. Pasando la cuesta de los Platanitos, de 955 metros de altura, y ántes de llegar al rancho del Cobre, hay grandes masas de tierra de porcelana blanca rojiza, que en algunos puntos está desmoronada y en otros hay trozos sólidos.

Inmediata al rancho hay una veta de mineral de cobre, ubicada en la vertiente Sur del cerro de las Fundiciones, que se explotó con alguna actividad, cosa que está indicada por las ruinas de los hornos y graseros que se ven en la orilla del arroyo, aunque no hay noticias de la época en que fué trabajada. Arma en las pizarras cortando su estratificacion, casi en ángulo recto; su rumbo es S. O. 82° N. E.; su echado muy fuerte, casi clavada, y su potencia média de un metro. La mina tiene un socavon con la entrada derrumbada; pero se puede pasar sobre los escombros, y calculé que tenia 85 metros de cuele; una lumbrera ó tiro que á 30 metros de profundidad corta el socavon, y cuyo plan está aterrado lo mismo que otros dos pozos abiertos en el piso de aquel. La mina está en borrasca; sólo en uno de los respaldos del socavon hay un clavo de *metal* muy despoblado. Abajo dieron otro socavon que tiene un crucerito con objeto de cortar la veta; pero esta obra no está concluida.

Las pintas minerales recogidas en el terreno son de cobre sulfúreo, abigarrado y amarillo, malaquita y azurite.

A dos leguas de distancia, en la barranca del Tabaquito, hay otra veta vírgen, cuyos crestones son visibles en dos puntos distantes 45 metros; arma en las pizarras; su rumbo es el meridiano magnético y su echado al E. Los crestones son de calcite y jaboncillos (steatitas), con galena, azurite y pirita amarilla, y tienen 0.75 metros de ancho.

La misma formacion que en Coalcoman se observa en las haciendas de las Trojes y Higüitlan. Cerca de ésta, en el paso del Cacao, las calizas están llenas de impresiones de nerineas, encontrándose secciones bien conservadas.

En Copala, 465 metros altitud, se juntan el rio del Pozo y el del Salitre, y en el rincon de éste desemboca la cañada del Limon, donde principia el terreno aurífero; aunque el oro es tan escaso, que no les costea á los buscones trabajar allí. La direccion de la cañada es de E. á O., y en Tabernillas se le une la barranca de este nombre que baja del cerro Trozado, continuando el oro ménos escaso por ésta, y faltando, desde la union, completamente en aquella. La barranca al principio está encajonada; pero pasada la labor de Corona, la ladera del Sur se separa y disminuye de altura, formando un pequeño valle abierto por ese rumbo, y limitado al N. por el barranco, que sigue una direccion casi recta de N.E. 60° S.O. Paralelamente y donde lo ha permitido el terreno, hay una serie de labrados antiguos, separados por macizos más ó ménos gruesos, de forma circular y de profundidad y diámetros variables, siendo los más grandes de 30 metros de diámetro y su mayor profundidad actual de 4; aunque están tan aterrados y llenos de vegetacion, que en algunos hay árboles corpulentos.

El oro se encuentra entre los aluviones, que forman capas casi horizontales, descansando sin estratificacion sobre las calizas ó pizarras. Los que están en la entrada de la cañada tienen una capa delgada de ménos de un metro de espesor, compuesta de fragmentos de caliza del tamaño de un puño, ó más pequeños. En Tabernillas el aluvion es más grueso, y pude contarle 4 capas en una excavacion antigua: la tierra vegetal cubre la primera, compuesta de fragmentos pequeños de caliza, con detritus de las mismas, arena silizosa y arcillas terrosas, teñidas por hidróxidos

de hierro; la segunda tiene grandes trozos de caliza de 12 á 15 decímetros cúbicos; la tercera es igual á la primera, pero mucho más ferruginosa, y la cuarta ménos que la anterior. En la labor de Corona, que es moderna y á cielo abierto, sólo hay tres capas, la 1ª, la 3ª y la 4ª, faltando la 2ª; en la 3ª hay fragmentos de hierro rojo y limonite, indicio probable de que hay oro; puede decirse que es su acompañante y el que sirve de guía á los buscones, aunque tambien se encuentra en las tierras de las otras capas, pero es más raro. Al lavar éstas, queda en el fondo de la batea un asiento de arena magnética (hierro titánico), granos de olivino, y las partículas de oro que, por su color amarillo, resaltan en el negro de la arena.

De esta labor al puerto de cerro Trozado, 960 metros altitud, habrá 4 kilóm., de los que cerca de 3 están cubiertos por aluviones, teniendo un ancho muy variable; pues en el vallecito, plan de Tabernillas, es como de 350 metros, y despues tendrá 50 á uno y otro lado del arroyo. El puerto divide esta barranca de la de los Puercos; poco ántes de llegar hay un socavoncito (mina de la Aurora) en una caliza compacta, gris de humo y de aspecto cristalino, que fué dado al acaso, pues no hay ningun indicio de veta en el lugar.

La de los Puercos, muy encajonada, tiene una direccion general de 60 á 70° S.O.: llaman la atencion los grandes trozos que hay de una roca formada de capas delgadas de caliza, con otras de siliza pizarra, con las aristas y esquinas muy vivas, que obstruyen en muchas partes el lecho de la barranca, que es de pizarras cubiertas con aluviones. Éstos, en capas muy delgadas, son distintos de los anteriores; están formados de guijarros de esa roca, de cuarcites, sienitas, granito, de un conglomerado de caliza y limonite, con feldespato, calcite, hierro espático, y cristales de pirita descompuesta y tierras arcillo-ferruginosas. La capa que explotan de preferencia es la más ferruginosa, y que contiene fragmentos de hierro pardo; su espesor es muy variable; el mayor de 0.25 metros: tambien explotan la que yace en contacto con las pizarras, y cuando es aquella, el oro es ménos escaso y son más grandes los granos. El terreno aurífero explotado principia en el ojo de agua, que está 90 metros más bajo que el puerto; se pro-

longa por la barranca 1½ kilómetros, y es de 30 ó 40 metros de ancho. Más abajo el descenso es muy fuerte, no hay aluvion; la roca está completamente descarnada, hasta unirse la barranca con la cañada de Chacalapa, donde se principió á explotar el oro hace diez y seis años.

De Tabernillas se tiene que seguir por la del Limon, pasando por el puerto de la Mula, 1,025 metros altitud, para llegar á la de Chacalapa, que desciende de las montañas que están al N. del puerto, dirigiéndose al Sur hasta reunirse con el camino. Se inclina al O., despues al N., para volverse á inclinar al S., en cuya vuelta principia á encontrarse el oro. Poco más abajo se le une la de los Puercos, y continúa dando mil vueltas, aunque inclinándose siempre al N. O., cuya direccion conserva en el plan. Los cerros que la forman son muy pendientes y elevados (del puerto al fondo hay 310 metros de diferencia de nivel); en algunos lugares están tan próximos, que sólo el cauce los divide, y en otros, donde la separacion es algo mayor, hay labores antiguas. En la cueva de Zacarías la cañada es más abierta, los cerros ménos elevados; se separan poco á poco para dirigirse al N. y al S., formando las cordilleras que limitan el plan de Coaguayana.

Tres son las barrancas principales que se le unen en su trayecto: la de los Puercos ya citada; la del Agua Fria de las montañas del S., cuya formacion granítica está indicada por los grandes trozos de esta roca que bajan por ella, y que disminuyen de tamaño á medida que se alejan, y la Verde al N. ántes de llegar al plan.

Las capas de caliza con siliza-pizarra alternan en estratificacion concordante con las pizarras arcillosas (arcillolitas), siendo éstas las que tienen mayor desarrollo, con una inclinacion entre 40 y 50° al S.O., y un rumbo de 55 á 62° N.O.; y están cubiertas con aluviones, en capas delgadas y casi horizontales, iguales ó muy semejantes á las de los Puercos. En algunos puntos tiene sobrepuesta una capa de travertino que debe de ser de formacion reciente; caliza que encontré, en la barranca de la Guayabillera, entre Aquila y Huitzontla, en la de los Tejones, cerca de Ostula, donde incrusta no solamente las hojas sino tambien los tallos de los vegetales; y en la del Pelechado, cerca de Aguililla,

la cual tiene poco descenso, y la caliza al depositarse ha formado una serie de pequeñas cascadas, que imitan muchas de ellas conchas de grandes dimensiones, de un efecto admirable.

El oro se encuentra en toda la cañada hasta el rio de Coaguayana: lo explotan desde la union de la de los Puercos, como unos 8 kilómetros; despues es muy escaso y delgado.

El acarreo del rio de Achotan se compone en su mayor parte de trozos de sienitas de todos tamaños, señal segura de que las montañas inmediatas son de esas rocas; y en el de Aquila, entre Maquilí y las Salinas, de grandes trozos de calizas y más pequeños de dioritas, sienitas y granitos. Estas dos últimas rocas no las ví en su yacimiento; la diorita surge en el fondo de las barrancas del cerro del Ciruelo, tanto en las vertientes orientales, como en las occidentales, y forma gran parte del de Aquila, teniendo vetillas de piedra radiante (actínota), con mica plateada y magnetite, y por el lado del pueblo está cubierto con areniscas.

Las Salinas son de poca importancia: lechos de dos esteros inmediatos á la playa, uno hace cuatro años se inundó y no puede explotarse; del otro, que se seca en verano, extraen la sal por disolucion, lavando la costra superficial de tierra en fieltros formados de carrizos, zacate y arena, y cristalizándola en pequeños tanques.

En el pueblo de Huitzontla, 535 metros altitud, aparecen los crestones de dos vetas. Los más marcados tienen una direccion casi de N. á S., y su inclinacion al O.; arman en pizarras; su matriz es de cuarzo y sus minerales pirita amarilla, en masas, sin otra pinta metálica; los otros sólo se ven en un lugar y parecen paralelos á los anteriores.

Entre Huitzontla y Ostula están los placeres del Agua Hedionda. El terreno aurífero, formado de pequeñas lomas, se limita al N. por un barranco profundo que se junta con el arroyo de la Estanzuela; al E. por el rio de Huitzontla; al S. por la barranca del rancho del Chumban, y al O. por el cerro de San Miguel. Su mayor longitud de E. á O. será de 4 kilómetros, y de N. á S. de poco más de 2.

La mayor parte de las barranquillas comprendidas en ese terreno tienen oro; pero sólo en una hay agua para poderse explo-

tar en todo tiempo: se encuentra, como en los otros placeres, diseminado en partículas más pequeñas, aunque ménos escasas en las tierras de los aluviones, siendo éstos de fragmentos de caliza, semejantes á los de Tabernillas.

Al bajar la cuesta para llegar á la cañada de los Tejones, las calizas son de textura compacta y aspecto cristalino, sin restos fósiles: en el fondo del arroyo hay tramos en que las cubre una capa de travertino de formacion reciente.

El granito se ve en su yacimiento en el rio, cerca de Ostula, sobrepuesto por las calizas y pizarras; éstas terminan al pasar el pueblo, y las montañas y colinas que llegan á la playa, así como sus acantilados, son de granito que se prolonga en una faja más ó ménos ancha, hasta Tupitina, en que el terreno es ménos quebrado y los conglomerados y areniscas rojas ocultan aquella roca, que vuelve á surgir más al Oriente.

Las alturas del pueblo Coire están formadas por pizarras arcillosas, que alternan con caliza negra en estratificacion concordante, y las partes bajas (cañadas) por los granitos de mica plateada al O.E.; y en el resto la mica es parda de tumbaga. La misma formacion se observa en Pómaro; pero las calizas terminan en la cuesta, 475 metros altitud, que está para ir á la antigua Maruata, siguiendo los granitos hasta la playa.

La arena de los arroyos es micácea, debido á la descomposicion del feldespato de los granitos que tienen la superficie alterada, por la influencia de los agentes atmosféricos.

El cañon del rio de Astala, cerca de Cachan, está abierto en aluviones, iguales en su composicion mineralógica á los anteriores, con la diferencia de que la caliza está en grandes trozos y la tierra arcillo-ferruginosa forma un cimento ménos deleznable. Varias tentaduras hice y en ninguna ví el oro. La capa de aluvion se adelgaza poco á poco, y despues es reemplazada por las calizas que descansan en el granito. Este forma los acantilados de la costa, y en los que están al O. de la boca, casi en la orilla del agua, hay unos crestones de ¿veta? de hierro hidroxidados.

Pasando la cuesta de la Guitarra, y al N. del rancho de Chocala, hay una gran formacion de yeso, que llega cerca de Tisupa.

En la bahía de este nombre está el morro Chino, en el que ántes se pescaban perlas.

De Tupitina á la mina del Santo Niño, los conglomerados rojos están sobrepuestos por una caliza fosilífera, que descansa al N. sobre un pórfido feldespático. En esta roca arma la veta aurífera que está ubicada en el rancho de Sebastopol, en la ladera N. del cerro: su rumbo es de 7° S.O., y su echado 70° al N.E.; su potencia muy variable se angosta en un lugar hasta tener 5 centímetros, y su parte más ancha de 50 centímetros.

La mina tiene un socavon de 27½ metros de largo, tres pozos, de los que dos están comunicados por un cañon que se prolonga á ambos lados de los pozos, y poco le falta para comunicar con el tercero, formando macizos de 8 metros, y en el plan el pozo de guía de 4½ metros de cuele. El socavon á la distancia de 21 metros corta unas capas de pizarra, inclinadas al S., y el resto del cuele está en esta roca, que aun no se alcanza en la frente Sur del cañon.

Aunque he dicho que en el pórfido arma la veta, sólo el respaldo del alto, que está bien marcado, es de esa roca; la del bajo está muy alterada, y más bien me inclino á creer que sea una pizarra metamórfica.

El oro, que sólo es visible en la tentadura, tiene por acompañantes la malaquita, el azurite (carbonatos de cobre), chalcopirita y pirita amarilla y muy poca plata; y por matrices, el cuarzo comun y cariado, hierro arcilloso y calcite. La ley del metal es muy variable; me dijeron que cuando más se angosta la veta, es más rico, observacion que está en contradiccion con lo que se observa en las de plata, en que la anchura de la veta está en relacion con la riqueza. (A. Burat. Traité des Minéraux utiles.)

Al alto pasan unos crestones que parecen ser de una veta más ancha que la anterior; su pinta metálica es igual á la de la mina, y muestras recogidas y ensayadas por mí, dieron una ley de 5 adarmes por carga de 12 arrobas.

En Comala vuelven á encontrarse los granitos, quedando al O. la formacion sedimentaria. Pasando el rancho de Ahijadero, en una de las barrancas del cerro Verde y en terrenos del rancho de este nombre hay unos crestones de una veta que corre del N.O.

80° S.E., con echado al S., armando en caliza; su ancho es de 1.25 metros, y casi todo el creston tiene pinta metálica, dominando en ésta la malaquita acompañada de poco azurite y chalcopirita; las matrices y el cuerpo de la veta son de cuarzo, calcite, arcillas é hidratos de hierro que tienen diseminados pequeños cristales de pirita.

La formacion granítica se interna mucho por este lado, forma gran parte de las montañas del camino de Aguililla, tiene en la mesa de los Lobos 1,195 metros de altitud, llega hasta la barranca Perdida, y en la de Juan Miguel la cubren las calizas.

Réstame dar una idea general del carácter orográfico del Distrito, que todo es montañoso, exceptuando el plan de Coaguayana.

Consideradas en conjunto las montañas, siguen una direccion casi paralela á la costa. Las mayores alturas del lado N. dividen las aguas que van al rio de Tepalcatepec, de las que se dirigen al S., ó se puede decir, directamente al mar. Las más elevadas pertenecen á la formacion sedimentaria y terminan en cúpulas ó grandes mesetas: las de las rocas cristalinas son más pequeñas y escarpadas, y terminan en filos y picachos: ambas están surcadas por profundas barrancas. Las primeras ocupan la parte N. y centro del Distrito, y las últimas el litoral.

Estudio estratigráfico de la region explorada.

Dividiré este estudio en dos partes: la primera sólo comprenderá un pequeño grupo, que tenga por base la capa de caliza que forma el acantilado en los cerros de los Albillos, Guzmanes y Astala, y que contiene nerineas en su masa; y en la segunda, procuraré abarcar el conjunto, advirtiendo que aunque la region explorada comprende un perímetro de gran extension, como se ve en el croquis, casi toda la área de ese perímetro está sin explorar.

Hago esta division, porque en Astala y Apamila se ve una serie de capas con dos pequeñas interrupciones en que la tierra vegetal las oculta; una de 25 metros y la otra de 10; y además, porque parte de los criaderos de hierro están ubicados sobre este grupo.

Su direccion general es de N.O. á S.E., entre 25° y 40° segun la posicion topográfica de las hiladas: las que están ó pasan por la cima de Apamila tienen 40° y las del puerto 25°; direccion que se aproxima á la general que tienen en el valle, que, como se recordará, es de 18°: á la vista y comparando las capas contiguas, no se nota ninguna desviacion, y todas parecen paralelas: su inclinacion al S.O. varía entre 30° y 35°. Se pueden contar 163 hiladas en que los planos paralelos de las caras ó planos de estratificacion, están bien marcados; su espesor varía entre medio metro y cuatro en las calizas, y hasta 15 en las margas.

Para hacer un corte geológico de este grupo, lo dividiré en estratos, cada uno compuesto de una ó varias hiladas juntas, que si no son completamente iguales, sean muy semejantes; indicando algun carácter que las distinga, ya sea el color, la composicion mineralógica ó los fósiles que contenga. Principiando por abajo en el órden de sobreposicion, se tiene:

Acantilado de caliza con secciones naturales de nerineas.

Caliza gris de humo, textura astillosa, venillas de ocre de hierro, 10 hiladas, exceptuando la 3ª que es blanca amarillenta.

Arenisca formada de granos de caliza aglutinados con un cemento arcilloso.

Caliza de conchas, 7 hiladas.

Margas, 4 hiladas.

Caliza negra agrisada, con venillas de hierro espático, 5 idem.

Caliza gris de humo con oquedades tapizadas de calcite, 4 hiladas.

Caliza fosilífera, 1 idem.

Idem gris de humo, más ó ménos impura, 9 idem.

Caliza de conchas.

Idem negra agrisada, 3 hiladas.

Margas rojizas verdosas y amarillentas, 10 hiladas.

Caliza con impresiones de nerineas, 3 hiladas.

Margas y *shales*, 5 hiladas.

Caliza gris de humo con restos fósiles.

Idem amarilla de Isabel, con arborizaciones de manganeso y moldes obliterados de fósiles.

Caliza roja pardusca, con venillas de calcite, 2 hiladas.

Arenisca calcárea roja parduzca, 5 hiladas; la intermedia es blanca amarillenta.

Caliza gris amarillenta, con dibujos de manganeso, 2 hiladas.

Margas amarillentas, algunas con moldes de nerineas, 4 hiladas.

Arenisca de grano grueso.

Caliza de grifeas, 2 hiladas.

Arenisca roja parduzca, 2 hiladas.

Caliza gris de humo.

Marga roja manchada de blanco, 5 hiladas.

Caliza gris de humo.

Arenisca roja parduzca, 3 hiladas.

Caliza impura, blanca amarillenta.

Idem rojiza con fragmentos embutidos de calcite, 2 hiladas.

Caliza gris con restos fósiles, 4 hiladas.

Margas terrosas, 4 idem.

Arenisca amarilla de ocre, teñida por el hierro.

Margas, 4 hiladas.

Caliza de conchas.

Margas, 5 hiladas; la última terrosa.

Caliza amarilla de ocre, 2 hiladas.

Margas y shales, 9 idem.

Caliza amarilla de Isabel, claro.

Margas y pizarras, 8 hiladas.

Areniscas, 3 idem.

Margas, 16 idem.

Arenisca, 3 idem; la primera de grano grueso.

Caliza, 2 hiladas.

Arenisca.

Terminando el grupo en la cima de Apamila con una hilada de caliza negra agrisada fosilífera.

La tierra vegetal oculta la parte baja del terreno; pero por la posicion topográfica se ve que faltan pocas capas para llegar á aquellas en que están intercalados los criaderos de hierro de los Dolores y los de la Carbonera, y que se pueden referir á este grupo, lo mismo que el de los Bancos que está más distante.

Consideraré de un modo general el órden de sobreposicion que

tienen entre sí los estratos, sin tener en cuenta las rocas cristalinas en que descansa toda la formacion, de las que trataré despues para poder abarcar el conjunto.

Principiando por la parte inferior, el estrato más bajo que pude observar es el de los conglomerados rojos alternando con las areniscas tambien rojas, entre cuyas capas se interponen otras de arcillas apizarradas; algunas tienen concreciones de hierro arcilloso.

Estrato de calizo: algunas capas tienen hipuritas.

Margas y areniscas en que domina el color verde por los granos de clorita que tienen diseminados en su masa.

El grupo anterior en que las margas son muy escasas de clorita.

Calizas: entre sus capas hay una formada de ostreas y otra tiene hipuritas.

Margas y shales que tienen gran desarrollo.

Como al hacer el estudio paleontológico de los fósiles, se determina de un modo seguro la época cronológica de los estratos en que aquellos se hallan, por la estratificacion concordante de los mismos se adquiere el conocimiento de que todos fueron formados en la misma época, que es, como indiqué ántes, la del Cretáceo superior.

A la misma se deben referir las rocas metamórficas, calizas cristalinas y pizarras arcillosas, pues son la prolongacion de los estratos sedimentarios.

Las rocas cristalinas son el granito, la sienita, la diorita y los pórfidos. Dos tienen gran importancia, el granito y la diorita; el primero ocupa una gran faja en el litoral, forma los acantilados de la costa, se interna por Comala y se le ve en el lecho de la cañada de Guadalupe: la segunda yace en las barrancas de Cóporo y el Ciruelo, forma el picacho más alto del Laurel (2185 metros) y gran parte del cerro de Aquila.

Estas dos rocas fueron las causas principales del metamorfismo que se nota en esta region, los únicos agentes que produjeron su levantamiento, y su aparicion ha de haber sido al fin del tiempo mesozóico ó edad reptiliana, cuando el período cretáceo habia llegado á su completo desarrollo.

Me faltan observaciones para poder decidir si surgieron simultáneamente y son contemporáneas, ó si primero surgió una y despues la otra, en cuyo caso esta última habria atravesado á la primera y seria la ménos antigua.

El metamorfismo no solamente afecta á las rocas que están en contacto ó inmediatas á aquellas; la mayor parte de las calizas tienen aspecto más ó ménos cristalino, y casi todos los fósiles que recogí están trasformados en mármol, conservando sólo las formas exteriores.

Respecto de los aluviones, la estratificacion horizontal de sus capas, así como su yacimiento en estratificacion discordante sobre las anteriores rocas, indican que son más modernas, y que se deben referir al tiempo cenozóico.

Estudio paleontológico de los fósiles que se recojan durante el reconocimiento.

Principiaré por aquellos fósiles que caracterizan la época cronológica de la formacion del terreno, que, como indiqué ántes, son los rudistas, subclase de los moluscos braquispados, que vivieron en el tiempo mesozóico, en el período cretáceo, y cuyos fósiles no se han encontrado ni ántes ni despues de este período. Pertenecen á la familia de las caprinideas, género hipurita, que tiene la concha irregular, las valvas muy desiguales, la inferior cónica, recta ú oblícua, y la superior operculada.

Los caracteres de las que recogí son: valva inferior de 5 á 10 centímetros de largo, forma cónica oblonga, muy semejante á un pequeño cuerno, figura 1ª, llena la superficie de estrías longitudinales, sin ningun surco, tal vez porque falta la primera capa de la concha; sin embargo, en la vista superior de la valva, fig. 2ª, se notan en la boca dos cornisas ó costillas interiores que corresponden al lugar que en la parte exterior debian de tener dos de aquellos que distinguen á la especie hipurita bioculata.

El fragmento recogido en el camino de la mina del Rincon, fig. 3ª, es de una valva inferior cónica muy poco oblícua, adornada de estrías articuladas, con un surco longitudinal, y por su aspecto muy semejante á una «calamita:» creo que pertenece á la es-

pecie que clasificó el Sr. Bárcena con el nombre de Hipurita Calamitiformes.

Las hipuritas más abundantes en la misma localidad, están agrupadas, y sólo encontré fragmentos de valvas inferiores.

En el ejemplar, fig. 4, se nota que afectan la forma cónico-oblícua, que están estriadas longitudinalmente, las estrías confusas por el desgaste, y en algunas partes llenas de canales sinuosos. Las bocas, fig. 5, deformadas por la presion lateral, y aunque no se ven los tres surcos que tiene la hipurita mexicana, por su aspecto general se puede referir á esta especie.

A los ejemplares que recogí en la hacienda de San Isidro, les faltan caracteres para poderse especificar. Son distintos de los anteriores; las valvas, fig. 6, son inferiores, cónico-rectas, el interior, en unas muy destruido, y en otras está tapizado de cristales de calcite y cuarzo.

Los fósiles que acabo de describir, limitan el período en que tuvo lugar la formacion, á la época del cretáceo superior, que tiene un gran desarrollo y está compuesto de rocas calcáreas y margosas de gran espesor, en la region de los Alpes y todos los países litorales del Mediterráneo. En los Estados de Querétaro, Morelos, Hidalgo, San Luis Potosí, Zacatecas, etc., ocupa grandes áreas del terreno.

Tambien pertenece á los rudistas, pero á la familia de los radiolideas y al género radiolita, el fósil representado en la fig. 7, al que le falta la valva superior; la inferior es cónica, ligeramente oblícua, formada de láminas foliáceas, sin canales interiores y con un surco longitudinal. Radiolito turbinata.

De la misma familia y género es el de la fig. 8, cuyas valvas están incompletas. La inferior es cónica, algo oblícua, formada de grandes láminas foliáceas, y tiene un surco longitudinal; la superior mucho más pequeña que la inferior, de vértice subcentral, cónica, y aunque está desgastada se le notan ligeras estrías en círculos concéntricos. Radiolitas foliáceas? Estos fósiles tambien son característicos del período cretáceo.

Gasterópodos. Orden de los piramidelideos, género nerinea.

Las dos especies de nerineas que recogí son muy abundantes, tanto en impresiones sobre las calizas, como petrificadas. En las

primeras hay secciones naturales que dibujan el interior de la concha, cuyos dibujos son iguales á los que tienen las especies nerinea castilli, fig. 9, y n. hieroglífica, fig. 10, en el Estudio de las rocas Mesozóicas de México, por el ingeniero Mariano Bárcena.

Petrificadas están trasformadas en mármol y sus secciones artificiales son de varios colores, por lo que los dibujos de los pliegues de la columnela y los tabiques están muy confusos, y sin embargo se ve alguna semejanza con los anteriores, figs. 11 y 12.

Las nerineas principiaron en el jurásico, caracterizan el grupo coraliano en la formacion oolítica de Europa, donde tuvieron su mayor desarrollo, y terminaron en el cretáceo superior. En el país se hallan en esta última formacion.

Sin embargo de los pocos caracteres que conserva el ejemplar, fig. 13, creo poderlo referir á la misma familia de los piramidelideos, y al género pterodonta; pues se ve en la parte rota, la depresion que deja en el molde la protuberancia oblonga que tiene este molusco en la mitad interior del labio, que sólo se ha encontrado fósil en el cretáceo superior.

Acéfalos. Orden de los ortoconquios integropaleales.

Embutida en la caliza negra agrisada que está inmediata á la mina de Dolores, suele encontrarse el *astarte*, fig. 14, de la familia de los artartideos.

El molde interior, fig. 15, que tambien está embutido en las capas de la caliza arcillosa de Astala, es de la familia de los trigenideos, del género trigonia. Principió esta familia en el triásico y tuvo su mayor desarrollo en el cretáceo superior.

Orden de los pleuroconquios. Familia de los ostráceos.

Antes manifesté que una de las capas de caliza está formada de las conchas de estos moluscos, tan íntimamente unidas, que no pude separar un individuo aislado que tuviese todos sus caracteres, para determinar su especie. La fig. 16 sólo es parte de la concha, tiene forma irregular, es hojosa, y por su forma arqueada se puede referir al grupo de las gripheas. La familia de los ostráceos forma un pequeño número de géneros, pero ha tenido numerosas especies en los tiempos mesozóico y cenozóico, y abunda en los mares actuales.


Fig. 1.ª

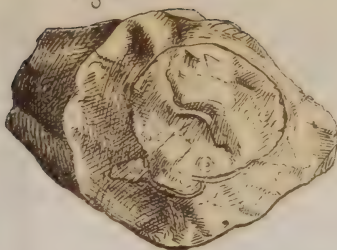

Fig. 2.ª


Fig. 3.ª – ¼


Fig. 4.ª – ¼


Fig. 5.ª – ¼


Fig. 6.ª – ¼





Fig. 7.ª ¼

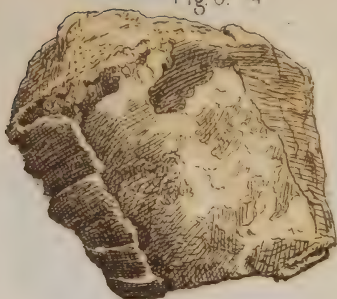


Fig. 8.ª ¼

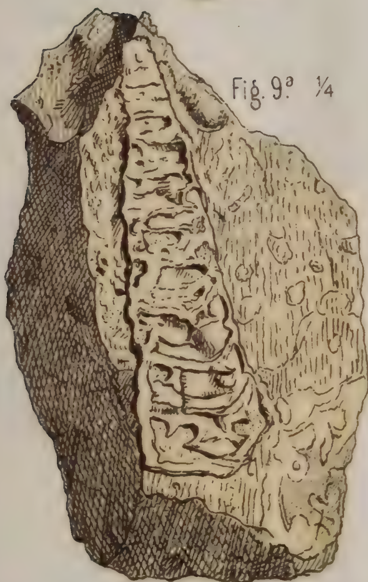


Fig. 9.ª ¼



Fig. 11.ª



Fig. 10.ª


Fig. 12.a


Fig. 13.a


Fig. 14.a


Fig. 15.a

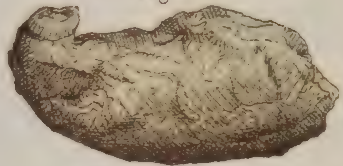

Fig. 16.a


Fig. 17.a–¼


Fig. 18.a

Fig. 19.-¼



Fig. 20

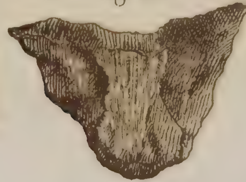


Fig. 21



Fig. 22.

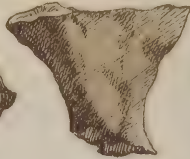
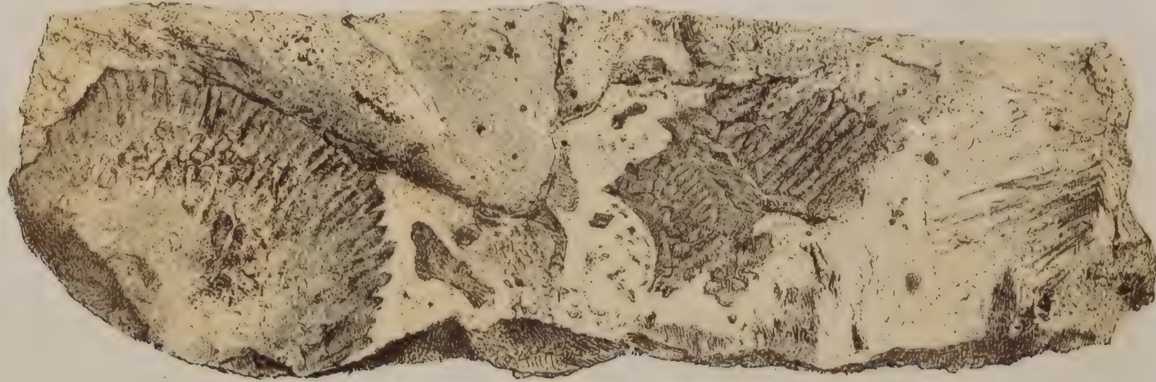


Fig. 23.



Fig. 24.





Al mismo órden de los pleuroconquios, á la familia de los pectinideos y al género pecten, se deben referir los dos ejemplares figs. 17 y 18, el primero deformado lateralmente, y el segundo comprimido por la presion vertical.

De los animales articulados recogí una serpula, fig. 19, adherida á un fósil, que me parece ser el tallo de un coral. La serpula tiene el cuerpo prolongado, vermiforme, formando un largo tubo contorneado lleno de carbonato de cal teñido por el hierro, pero se le nota bien la abertura terminal; pertenece á la familia de los serpúlidos del órden de los anélidos tubículos.

De los radiados, dos ejemplares de la clase de los polípero y del órden de los zoantarios aporos. Uno pertenece á los monastréados, de la familia de los fungidos; es trochoseris sinuosa.

Es un polípero corto, fig. 20 y 21, simple, adherido por una base ancha, cáliz poco profundo, de bordes muy sinuosos y como cortados; tabiques numerosos, finos, algo desiguales; se cuentan de 74 á 80 costillas bien marcadas, sobre todo en la parte superior del polípero.

El otro es, thamnastrea pedunculata, de la familia de los astreidos, de los poliastreados.

Es un polípero compuesto, fig. 22 y 23, elevado, sostenido por un pedúnculo. Los pólipos unidos por las murallas, que están ocultas. Brotacion submarginal. Cálices superficiales. Columnela papilosa. Tabiques dentados. Meseta cubierta de costillas redondas, granulares, y en el borde de la superficie calicinal, gruesas. Se cuentan de 24 á 30. Diámetro de los cálices, 7 milímetros; altura del polípero, 16; gruesos del pedúnculo, 10

Estos políperos principiaron en el cretáceo inferior y terminaron en el superior.

Debo mencionar aquí, para que figuren en la coleccion correspondiente, que entre los fósiles recogidos hay varios que no se pueden clasificar, por estar obliterados ó muy destruidos; citaré sin embargo de esto, por pertenecer á los vertebrados, unas impresiones de escamas y colas de peces, fig. 24, que probablemente son de teliostos.

Clasificacion y determinacion de los criaderos, condiciones geognósticas de su yacimiento; número de los que se hayan explotado ó estén actualmente en explotacion.

Al hacer la descripcion geológica del terreno procuré dar algunos detalles de las condiciones geognósticas del yacimiento de los criaderos, que omito por evitar repeticiones; pero que apoyado en ellas, puedo clasificarlos como sigue:

Principiando por los criaderos en capas (tambien les llaman algunos autores, generales ó en rocas), que son masas de minerales que siempre están en lechos, intercalados en estratificacion concordante con los estratos del terreno del que forman parte, y se consideran contemporáneos: á esta clase se deben referir los de las minas de hierro de los Dolores, los Bancos, la Carbonera, el Crustel y los Cimientos.

A los regulares ó en vetas, pertenecen los del Santo Niño que son auríferos y de los que tambien podria aprovecharse el cobre; los de Cóporo y Huitzontla argentíferos, y aunque muy angostas, la vetilla cuarcífera de Guadalupe, y las cuatro de la Guayabillera. Los de San Prisciliano y el Tabaquito que son de galena poco argentífera, y de cobre los del Zapote, cerro Verde y el rancho del Cobre.

A los irregulares ó en cúmulos, se deben referir los del Rincon, la Carbonera y la Alberca que son plomosos, y tal vez el del Potrero que es de cobre.

Y por último, á los de acarreo, los placeres auríferos de Tabernillas, los Puercos, Chacalapa y Agua Hedionda.

A principios del siglo se explotó el hierro cuando por la escasez que hubo en el país, el Tribunal de Minería mandó establecer una ferrería que planteó en 1804 el ilustre naturalista Andrés del Rio, en union del Sr. Herrera y otro alumno de Minería. Durante la guerra de independencia, las oficinas fueron quemadas y el mineral se abandonó completamente. En 1827, D. Manuel Gutierrez de Salceda lo restauró; pero ignoro los motivos y año en que volvieron á abandonarse aquellas minas. En 1863, á instancias de D. Francisco Nigoul, se formó una compañía con el pe-

queño capital de $ 6,000 y se reedificó parte de la antigua fundicion que trabajó poco ménos de dos años, y en 76 se incendió esa parte, estando en la actualidad abandonada.

El criadero del rancho del Cobre no se tiene noticia del tiempo en que se explotó: últimamente, aunque en pequeño, se han trabajado los de Cóporo, el Rincon, las Albercas, la Carbonera, el Potrero y uno en Chorogüira, de cobre, que no visité porque me dijeron se habia agotado el metal.

En la actualidad se explotan: el del Santo Niño con tres paradas de barreteros que sólo trabajan de dia; algunas temporadas han trabajado dos, y otras ha estado suspenso el trabajo. El de hierro de los Cimientos, principiaban á explotarlo cuatro compañeros que trabajan alternativamente de mineros y fundidores. Los placeres son en las aguas muy concurridos; se calcula que no bajan de 200 personas las que han trabajado en estos últimos años en esa temporada.

Los otros criaderos son nuevos.

Importancia de los diversos criaderos, su expectativa probable y condiciones de su explotacion.

Ya en la clasificacion que acabo de hacer se resuelve en parte y de un modo general esta cuestion, que es puramente industrial; pues se sabe la poca expectativa que tienen los criaderos irregulares, y en cambio la importancia de los minerales de hierro en la formacion cretácea. En cuanto á las vetas, varía segun las circunstancias particulares de cada una de ellas.

Varios factores hay que tener presentes para calcular la importancia que puede tener un criadero: dos son capitales; el número de cargas ó la cantidad de mineral que puede producir, y su ley. Esta muy variable segun el metal que se trata de explotar: si á los de plata les basta una ley de á un milésimo, á los de cobre no les bastaria con un centésimo, salvo que puedan concentrarse con economía, y los de hierro necesitan una ley mucho mayor que éstos, por lo que hay que valuar el mineral segun la cantidad de metales útiles que contenga.

Bajo estos dos puntos de vista resolveré esta cuestion: aunque

los otros factores son tambien de vital importancia para una negociacion, adelante trataré de ellos por estar comprendidos en las siguientes instrucciones.

Siguiendo el órden de la clasificacion y sin detenerme en los de hierro, que es conocida su importancia, las condiciones favorables en que están para ser explotados, y áun el crédito que tiene el de este distrito en algunos mercados del interior, paso á ocuparme de aquellas vetas que, en mi concepto, son de alguna expectativa.

La del cerro Verde tiene en el creston 1.25 metros de ancho, casi todo poblado de mineral, la mayor parte de malaquita, cuya densidad es de 3.5 á 3.9; de modo es que se puede suponer la densidad média de la veta de 3, ó el peso de un metro cúbico de veta igual á 3,000 kilógramos ó á 21 cargas de 12 arrobas, despreciando la fraccion.

Si se perforase un pozo que tuviese 2 metros de lado en la direccion de la veta, y el ancho de ésta, en un metro de profundidad se tendrian 2½ de excavacion, que producirian 52 cargas de metal en greña, y en limpio el 50 por 100 por lo poblado del metal, ó sea 26 cargas.

La ley de mineral sin pepenarlo, tal como está en el creston, y determinada volumétricamente por la decoloracion que produce el cianuro de potasio en las sales amoniacales de cobre, me resultó de 11.74 por 100 de este metal.

Ensayado por plata docimásticamente, dió una ley muy baja; sólo acusó la presencia de la plata.

Supongo, lo que no es de creer, que por la pepena no mejore la ley; las 26 cargas tendrian 915 libras de cobre, que á $ 10 quintal, producen $ 91.50, y por valor de una carga $ 3.52 en la mina.

He juzgado á priori hechos que sólo la práctica resuelve de un modo seguro; pero es probable que en los primeros metros que se le colaran al pozo, se obtendrian resultados muy semejantes. Es cierto que es poco el valor de una carga; en compensacion la produccion de mineral es buena, tratándose de una obra que seria al mismo tiempo principal, de investigacion y de disfrute, y en la que, con el gasto del cuele, se obtendria el tumbe del mineral.

Por lo que la explotacion de esta veta principiaria bajo buenos auspicios y con la expectativa de mejorar su ley, no solamente en cobre, sino áun tambien en plata.

La veta nueva del Zapote está en condiciones semejantes á la anterior, diferenciándose en que el mineral es chalco-pirita, sulfuro doble de cobre y hierro; el creston, aunque más ancho, no todo tiene metal, y la ley, tanto en cobre como en plata, es mejor. La primera es de 15.37 por 100, y la segunda de 2 marcos por monton de 30 quintales.

Las tres vetas de San Prisciliano son de galena muy pobre en plata. La primera tiene un hilo de mineral de más de 100 metros de largo, visible en tres puntos: en una pequeña excavacion tiene 0.50 metros de ancho; en la ladera opuesta 0.35, angostándose mucho al pasar la barranca; pero lo dicho basta para ver la importancia de esta veta si se explotase el plomo.

La veta del rancho del Cobre, aunque en borrasca, porque los buscones han disfrutado el mineral que estaba á la vista, arruinando la mina, los escombros de las antiguas fundiciones están indicando su importancia, y como está ubicada en una ladera muy pendiente, se le puede dar un socavon de crucero, para colocarse debajo de los labrados viejos.

La mina del Santo Niño, desde que se descubrió la veta hace cinco años, aunque siempre se ha trabajado muy en pequeño, ha estado en frutos que, segun noticias, han dejado algunas utilidades. Su expectativa es buena, si se mejora el beneficio que en la actualidad es gravoso.

Las del Tabaquito y Huitzontla necesitan obras de reconocimiento, para formarse idea de la importancia que pueden tener; las otras son tan angostas, que no tienen expectativa.

La situacion topográfica de los placeres no permite que se pueda establecer ningun negocio, ni áun mediano. En el del Agua Hedionda es posible establecer el sistema hidráulico, que tan buenos resultados produce en California en la cuenca del rio Yuba; pero habria que hacer un canal de más de 40 kilómetros de largo en un terreno muy quebrado, cuya obra importaria un capital.

Elementos con que se cuenta para ésta (la explotacion); medios de adquirir los que falten; ventajas é inconvenientes que se presentan para su desarrollo.

Brevemente manifestaré los elementos con que se cuenta para explotar cualquiera de los criaderos que hay en el Distrito de Coalcoman, estando en general casi todos bajo las mismas condiciones.

Las maderas abundan; las partes elevadas están cubiertas de espesos bosques de pinos, y en algunas hay encinos y las cañadas de toda clase de árboles propios de las tierras cálidas, entre los que citaré el tepeguaje y el tepemezquite, cuya madera es tan apreciada para piezas pequeñas de máquinas.

El agua no se podrá emplear como fuerza motriz en la explotacion, pero sí en la maquinaria que se aplique al beneficio.

A precios bajos se puede conseguir maíz, sebo y cueros, lo mismo que caballos y mulas, que son de poca alzada.

Lechuguilla hay en los pueblos de Coire y Pómaro.

Otros artículos, como pólvora ó dinamita, acero, herramientas, etc., habria necesidad de llevarlos de Morelia y otros puntos del interior, ó importarlos directamente por el Manzanillo, puesto que Maruata es un puerto abandonado.

Debo indicar dos inconvenientes con que se tropezará cuando se principie una explotacion: uno la falta de brazos, que será mayor en los criaderos que están distantes de Coalcoman ó Aguililla; otro, la falta casi absoluta de vias de comunicacion.

Tratamientos metalúrgicos más adecuados; medios de establecerlos; probabilidades de adquirir los ingredientes necesarios.

Por lo visto de los criaderos, cuatro son los metales que se pueden aprovechar: el hierro, el cobre, el plomo y el oro; la plata tambien se puede utilizar, pero se debe considerar como un producto secundario.

Los tres primeros se deben beneficiar por fusion, y el oro por amalgamacion.

El hierro puede extraerse de sus minerales por dos métodos: el primero, llamado directo, porque se obtiene el hierro dúctil directamente de sus minerales; y el segundo, indirecto ó moderno, por el que se produce desde luego fundicion, y ésta se convierte por el pudlage ó el afine, en acero ó hierro dúctil.

Como el primero se practicó en ese Distrito, aunque su aplicacion está ya muy reducida, y comparado con los procedimientos modernos ó método indirecto, casi no tiene importancia, sin embargo, daré algunas generalidades sobre los aparatos que se usan en ambos, porque cualquiera de los dos podrá aplicarse. El primero necesita poco capital para plantearse, y el segundo tendria que limitarse á la fuerza motriz de que se puede disponer.

Aprovechando parte de las ruinas de la antigua ferrería para el método directo, se podrian construir dos forjas catalanas, y darles el viento con un ventilador movido con una turbina. Existen en regular estado las cajas de viento de dos trompas; pero estas máquinas no deben emplearse, porque aunque su construccion es muy sencilla, las mejor construidas producen cuando mucho el 15 por ciento de efecto útil.

El martinete debe ser movido por una rueda hidráulica, cuyo cauce está en regular estado. El yunque y el martillo están sepultados en las ruinas; me pareció que están servibles.

El indirecto necesitaria:

Un horno para calcinar el metal, que se debe calentar con los gases que se desprenden del horno alto.

Una máquina para quebrar el metal calcinado.

El horno alto, que debe ser alimentado con carbon vegetal.

Convendria uno del tipo sueco, de tres toberas.

Sus aparatos auxiliares para calentar el aire, elevar la carga, etc.

Máquina de soplo de cilindros, movida por un motor hidráulico, que serviria para elevar la carga y mover la máquina quebradora.

Y para convertir la fundicion en hierro dúctil, una forja alemana, que son en las que se usa el carbon vegetal. Si se emplea un martillo para forjar el fierro, debe tener su motor especial, y dispuesto de modo que pueda á voluntad aumentarse ó dismi-

nuirse la velocidad, y distante del horno alto para que sus vibraciones no lo deterioren.

Además, las herramientas propias de cada método: espetones, barretones, barras, palas, etc.

El agua del rio de Astala se aprovechará para fuerza motriz; tenia el dia que la medí un gasto por segundo de 1,569 litros, cantidad que determiné multiplicando la seccion média de la corriente por la velocidad média.

El primer dato es el promedio de 3 medidas practicadas á distancia de 10 metros una de otra, en que la seccion trasversal de la corriente era algo uniforme; y el segundo determinando la velocidad en la superficie por una serie de experiencias en el mismo tramo de 20 metros, y tomando 0.8 para la velocidad média de la corriente (Claudel). La altura de la caida es de 8.70 metros. El agua la medí á principios de Marzo: suponiendo que disminuya una tercera parte en los meses de Mayo y Junio, se podrán aprovechar 1,046 litros, que multiplicados por la altura y dividido el producto por 75, dan una fuerza teórica de 121 caballos de vapor, de los que se podrán utilizar en motores hidráulicos muy bien establecidos, el 70 por 100 ú 84 caballos de fuerza útil.

El antiguo cauce y un tanque de depósito tras el edificio, se pueden aprovechar.

Para los lechos de fusion, hay cal en abundancia, y tambien puede emplearse como castina la dolomía de la cañada de Guadalupe; en el caso de que se necesite siliza, puede aprovecharse el cuarcite.

Además de la piedra rodada del rio, como materiales de construccion hay capas de arenisca y caliza compactas, y el granito de aquella cañada; y para arcilla refractaria se tiene la tierra de porcelana cerca del rancho del Cobre.

Los bosques inmediatos pueden suministrar el carbon y madera que se necesite.

Indicaré el beneficio más conveniente que se les debe aplicar á los minerales de cobre, refiriéndome á dos tipos, uno que no contiene azufre, los del cerro Verde, y el otro en que este metaloide constituye uno de los principales componentes de los minerales, como son los del Zapote.

Los del cerro Verde pueden beneficiarse directamente por fusion, en semi-altos hornos de cuba, y de primera operacion se obtendria cobre negro ó impuro que habria que refinarlo en un pequeño hogar, para convertirlo en maleable.

Como es probable que á la profundidad se encuentren sulfuros, se debe procurar que los hornos puedan servir para fundir minerales reverberados y obtener mates.

Se eligirá para establecerlos un lugar inmediato al rio, que distará de la mina 6 ó 7 kilómetros, en que se aproveche el agua como fuerza motriz, para mover los ventiladores: como el rio tiene algun descenso, puede darse á la caida la altura que se crea más útil, atendiendo al costo de la saca de agua.

Para beneficiar los del Zapote, se necesitan tres hornos distintos: uno semi-alto para la fusion del mineral, el de cobre negro, y el hogar de afinacion.

El primero será del modelo Bredberg, de 7,12 metros de altura, desde el suelo al tragante y de 4 toberas; el segundo semejante al primero, pero más pequeño, de 5 metros de altura, con dos toberas; y el hogar, que se compone de una cavidad semiesférica poco profunda, construida sobre una plataforma de ladrillos, en un mortero refractario; de un alcribis inclinado 45°, y un poco avanzado sobre el hogar.

El cobre afinado se obtiene practicando cinco operaciones:

1ª Reverberaciones del mineral.

2ª Fusion de idem para obtener mates.

3ª Reverberacion de los mates.

4ª Fusion de los mates, obteniendo como producto cobre negro.

5ª Afinacion del cobre negro.

Sin embargo de ser estos minerales tan pobres en plata, dos marcos por monton, se debe aprovechar, amalgamando el cobre negro ó clorurando los mates.

Como el sulfato de cobre tiene tanto consumo en el beneficio de patio, seria tal vez conveniente preparar este artículo en lugar de cobre; en cuyo caso se porfirizarian los mates, para sulfatizar el cobre y al mismo tiempo la plata, en hornos de reverbero: disolver en agua los sulfatos, precipitar la plata por el cobre puro y cristalizar el sulfato.

Puede elegirse un lugar conveniente para establecer la fundicion en la orilla del rio de Aguililla, aprovechando el agua como fuerza motriz.

Las galenas de las vetas de San Prisciliano, convendria fundirlas en hornos Piltz Rachete de 4.6 ú 8 toberas, segun la importancia que tuviera el negocio; las tres vetas podrán producir el mineral suficiente, estando desarrollados los trabajos de las minas para sostener la marcha de un horno de 8 toberas, que pueda fundir 300 cargas de revoltura en veinticuatro horas, con gran economía de jornales. Se deberá tener en consideracion la fuerza disponible en la cañada del Pelechado, por ser el lugar más conveniente para establecer las oficinas, aprovechando una caida de agua. El mineral se debe reverberar en eras construidas de mampostería seca, unas á continuacion de otras, de modo que un muro sirva para dos.

Como productos se obtendrán plomo limpio, mates que despues de reverberados se agregan á los lechos de fusion, y escorias que se desechan.

Si á la profundidad mejorase la ley de las galenas en plata, los mismos hornos servirian; el plomo se compelaria para separar la plata en hornos alemanes de gran diámetro, y se revificaria la greta en hornos castellanos.

Los minerales auríferos del Santo Niño se benefician por amalgamacion, tan en pequeño, que resulta muy gravoso el beneficio, como lo probaré despues; en lugar de hacer uso de tahonas grandes, tienen dos pequeñas de las que sóio una trabaja, de 1.90 metros de diámetro y dos piedras voladoras, movidas por un caballo; la cargan con 18 arrobas de tierras, y rinde la molienda á las 48 horas, porque de noche está parada.

No empellan el arrastre al principiar una molienda; diariamente agregan varias pequeñas cantidades de mercurio que calculan segun la ley que le suponen al metal, por la tentadura y por el aspecto de la pella, si no está fluida.

Procuran que la lama tenga cierto grado de fluidez para que los globulitos de mercurio queden suspendidos en su masa.

La descarga se hace en un tanque donde dejan asentar la lama, y despues de deslamada la depositan en un patio entarima-

do, y cuando han reunido 18 ó 20 cargas las humedecen *repasándolas* con los piés para lavarlas en un pequeño lavadero de cajon bien dispuesto, donde recogen la pella.

En los placeres no amalgaman el oro; la separacion se hace á mano del modo siguiente: Una vez preparada la labor, quitan todas las piedras grandes y guijarros que han quedado mezclados con la tierra, lavan ésta en bateas circulares de poca profundidad y de 50 á 70 centímetros de diámetro, y la descargan como si fuera una tentadura; se asienta mucha marmaja con las partículas de oro, que colocan en la parte superior de la batea, separando así parte de aquella; el oro, con la poca marmaja que le queda, lo ponen á secar en hojas, y con un cañon de pluma tajado separan las partículas.

Cuando son pequeñas, rara vez las aprovechan amalgamando el oro.

Ventajas é inconvenientes que presenta la exportacion de los productos explotados y explotables, sean ó no metálicos.

Tal como ahora se encuentran los criaderos metalíferos, no se debe pensar en explotar sus minerales; varias dificultades se presentan que sólo en el terreno pueden apreciarse debidamente, tal como el costo de los caminos que se necesitaria hacer para llegar no á un puerto, sino á la orilla del mar, donde con algun peligro se podria, en varias temporadas del año, embarcar los minerales, construir un pequeño muelle para disminuir aquel y facilitar la carga, y además, para cumplir con la ley de 31 de Mayo del presente año, que grava la exportacion de piedra ó polvo mineral y que tanto ha perjudicado á los distritos mineros de las costas del Pacífico; habria que llevar el mineral á un puerto para que se ensayase, y como en aquella costa no hay ningun buque que se dedique al comercio de cabotaje, habria que tener uno dedicado á ese trasporte, lo que aumentaria el flete.

La mina del Santo Niño y la veta del cerro Verde, por su proximidad al mar, están en condiciones ménos desfavorables; los frutos de la tierra tienen una ley de 5 adarmes de oro por carga de 12 arrobas, y la segunda 11.74 por 100 de cobre, deter-

minado por la via húmeda; leyes muy bajas para que puedan sufragar los gastos de empaque, fletes de mar y tierra, comisiones y seguros.

El yeso cuyo criadero llega cerca de Tisupa, podrá exportarse cuando tenga algun comercio esa costa.

Medios de trasporte á los lugares más adecuados para el establecimiento de oficinas metalúrgicas ó para la exportacion; costo que sacará el beneficio de los frutos calculado por carga ó por monton; circunstancias que pudieran hacer ventajosa la explotacion de los criaderos.

Exceptuando las minas de hierro de los Dolores y los Bancos, ubicadas en el pequeño valle de Coalcoman, y poco distantes de la antigua ferrería, cuyo terreno se presta para hacer un camino carretero ó un ferrocarril, que podria ser de madera herrada; para trasportar la carga de los demas criaderos adonde se estableciesen las haciendas de beneficio, tendria que ser á lomo de mula, y cuyo flete no excederia en ningun caso de 25 centavos por carga.

Para calcular el costo del beneficio de los minerales de hierro, he tomado los principales datos sobre producciones y consumos de la Metalurgia del doctor J. Percy, adecuándolos á las circunstancias particulares de aquel Distrito, suponiendo los jornales iguales á los que ganan los operarios en las fundiciones de Angangueo, y el precio del carbon á peso la carga de 16 arrobas, que era el que tenia ántes en ese mineral.

Una forja catalana que tenga el crisol 0.70 metros de profundidad, el fondo 0.60 por 0.62 metros, y el conducto del viento arreglado con su registro, para que se pueda hacer variar la presion del aire á voluntad hasta obtener 0.081 metros en el manómetro de mercurio; funde en seis horas, que es lo que dura un *pueble*, de 10 á 10½ quintales (460 á 483 kils.) de mineral calcinado, con un consumo de carbon que puede exceder hasta el 9 por 100 del peso del mineral, y segun Richard una pérdida de su ley que no baja del 12 por 100.

Como ántes indiqué que para extraer el hierro de sus minerales por el método directo, los únicos aparatos indispensables eran

la forja y el martinete, la calcinacion debe ser hecha en montones al aire libre, y puede tener el costo siguiente:

La leña se puede pagar á razon de 6½ cs. la tarea de 2 varas cúbicas, igual á 1.177 metros cúbicos, y debe tener de largo 1.676 metros.

Una calera de 400 cargas consume 6 tareas de leña, y puede hacerse por destajo en $ 12.50, teniendo un costo de $ 16.25, y el de una carga $ 0.041.

El personal que necesita una forja para fundir 10 quintales de mineral calcinado, es:

Un maestro fundidor	$ 1	00
Dos ayudantes y dos forjadores	3	00
Dos peones á 37½ centavos		75
Suma	$ 4	75

Suponiendo que el mineral sólo pierda en la calcinacion el 10 por 100 de su peso, para fundir 30 quintales de crudo se harian los siguientes gastos:

Calcinacion 10 cargas de 12 arrobas á $ 0. 041	$ 0	41
Jornales	12	82½
Consumo de carbon, 29,43 quintales á 25 centavos	7	35¾
Administracion, composturas, veladores, etc.	5	00
Rédito al 6 por 100 anual sobre $ 30,000 valor de la fundicion y capital en giro	2	70
Total	$ 28	29¼

costo para fundir un monton de mineral de 30 quintales, que debe producir, teniendo 40 por 100 de ley, 8,40 quintales de hierro forjado.

Un alto horno sueco, alimentado exclusivamente con carbon vegetal, de tres toberas, con la presion del aire de 4 á 6 centímetros de mercurio, y que al inyectarse pueda tener una temperatura hasta de 300° centígrados, funde como término medio 725 cargas de mineral con un consumo de carbon de 50 por 100 del peso del mineral, y de 20 al 15 por 100 de castina.

El personal que exige esta clase de hornos, es: un maestro, dos graseros, dos cargadores, dos peones llenando los carros de las cargas y un pesador, que se remuden cada doce horas. Ade-

más, una cuadrilla de peones con su capitan, para cargar y descargar el horno de calcinacion, trasportar el metal á la máquina quebradora, etc., un rayador que reciba el mineral y el carbon, un maquinista y dos ayudantes, una fragua para el aguce de la herramienta, carpinteros y albañiles para las composturas, más el personal de la administracion, que tambien debe atender á las minas.

El mineral calcinado pierde de su peso del 10 al 15 por 100, y cuando es carbonato, el 20; de modo que el horno funde á la semana 634 cargas mineral calcinado,[1] con el gasto siguiente:

HORNO PUEBLE DE DIA Y NOCHE.

2 maestros en 7 dias á $1.....................	$ 14	00		
4 graseros en 7 dias á 50 cents.................	14	00		
4 cargadores idem á 37½ cents.................	10	50		
4 peones idem 37½ cents......................	10	50		
2 pesadores idem á $1.........................	14	00	63	00
Consumos, carbon 1,087.50 quintales más el 10 por 100 sobre esta cantidad por el cisco 1,196.25 quintales á 25 centavos.....................	299	06		
Castina 77 cargas á 25 centavos..............	19	25		
Alumbrado..................................	7	00	325	31
Calcinacion á destajo.........................			12	00
15 peones con su capitan, 6 dias..............			36	75
Un rayador que reciba el carbon...............			7	00
Un maquinista y dos ayudantes................			34	00
Fragua de aguce..............................			15	00
Composturas y material........................			35	00
Administracion, ensayes, veladores...........			80	00
Rédito al 6 por 100 anual sobre $100,000 capital en giro y valor de la fundicion..............			115	38
Total gasto semanario..................			$ 723	44

para fundir 725 cargas de mineral crudo, que deben producir de fundicion 826.50 quintales, suponiendo la ley de 40 por 100 y una pérdida de 2 por 100.

La fundicion puede ser gris si el aire, al inyectarse, tiene 300° centígrados de temperatura, y si se quiere atruchada propia para la afinacion, basta que tenga 100°.

1 Suponiendo que pierde en la calcinacion el 12½ por 100 de su peso.

El costo de fusion de un monton de 30 quintales seria de $ 9.98, y produciria 11.40 quintales de fundicion.

En un hogar de afinacion se pueden afinar 7.64 quintales de fundicion en doce horas de trabajo y cuatro lances, obteniéndose 74 por 100 de hierro dúctil, con el gasto siguiente:

Un afinador	$ 1	00
Un forjador	0	75
Un ayudante	0	50
Carbon consumido, 8,46 quintales á 25 centavos	2	11½
Rédito al 6 por 100 anual de $ 4,400	0	88
Total	$ 5	24½

El costo de afinacion de 11.40 quintales, producto de un monton de mineral, será $ 7.82½

Y el costo total para beneficiar un monton de mineral crudo de 30 quintales, será:

De fusion	$ 9	98
De afinacion	7	82½
Suma	$ 17	80½

produciendo 11.40 quintales de fundicion y 8.44 quintales de hierro dúctil.

Ni en este ni en el caso anterior he tenido en cuenta el valor del mineral ó su costo, que puesto en la fundícion, no pasará de $ 0.75 carga de 12 arrobas.

Los minerales de cobre, para beneficiarse por fusion, se dividen en dos grupos: 1º, minerales de cobre que no tienen azufre como los óxidos, carbonatos, etc.; y 2º, minerales que contienen azufre, y además pueden contener antimonio, arsénico, zinc, plata, etc.

Al primer grupo pertenecen los de la veta del cerro Verde, y al segundo los de las vetas del Zapote, cuyo beneficio es más complicado; por lo que calcularé primero su costo, y despues deduciré el que pueda tener el de los minerales de aquella veta.

Un horno Bredberg, de cuatro alcribises, y la presion del viento constante é igual á una columna de mercurio de 0.022 metros, funde en una semana 507 cargas (70000 kilógs.) de lecho de fu-

sion ó revoltura, consumiendo de carbon hasta el 33½ por 100 del peso de la materia fundida.

La revoltura tiene el 64 por 100 de mineral reverberado, 18 de escorias impuras, y otro tanto de escorias de la fusion del cobre negro; luego en una semana se funden 324½ cargas de mineral y 182½ de escorias.

El mineral del Zapote contiene gran cantidad de piritas de hierro; al reverberarse puede perder más del 20 por 100 de su peso; de modo que las 324½ cargas de mineral reverberado, puede estimarse que proceden de 400 crudas, que supongo de una ley de 13 por 100, 2.37 por 100 ménos que la que determiné por la via húmeda.

Como son cinco las operaciones que se practican, daré cuenta de los costos de cada una de ellas separadamente.

Reverberacion del metal.—Para 400 cargas sólo se necesita la cama de leña, en la que entran tres tareas que cuestan $1,87½, y la hechura á destajo $12.50: total, 14.37½. Dura la reverberacion de seis á ocho semanas, y cuando los minerales contienen blenda, se deben quemar dos veces.

FUSION DEL MINERAL, GASTO SEMANARIO.

Dos maestros en 7 puebles á $1	$ 14	00		
Cuatro graseros idem á 37½ cents.	10	50		
Cuatro cargadores idem á 37½ cents.	10	50	35	00
Revoltureros y un pesador	11	50		
Un capitan que vigile los hornos	7	00	18	50
Consumo, carbon 510 quintales á 25 centavos	127	50		
Alumbrado..	7	00	134	50
Suma..			$ 188	00

La fusion del mineral produce del 20 al 30 por 100 de mates de la materia fundida, y escorias pobres ó limpias que se desechan, y cuya ley no debe pasar de ½ por 100.

Como término medio de las 400 cargas de mineral, se obtendrian 128 de mates, con una ley de 37 por 100 de cobre.

Reverberacion de los mates.— Se hace en hornos pequeños, que son unas cajas rectangulares de 3.25 metros de largo por 1.50 de ancho y 1.50 de altura, donde caben 32 cargas de mates. Se re-

pite la operacion cuatro, cinco y aun seis veces, segun la impureza del metal, por lo que los hornos deben estar unos al lado de los otros. La primera quema se da sólo con la cama de leña donde se coloca el mate quebrado; cuando se apaga, en el horno inmediato se le da la segunda, poniendo sobre la cama de leña una capa de carbon poco ménos de 0.67 quintales; para el tercer fuego se pone cinco veces más carbon, parte en la leña y parte estratificado en el mate; para el cuarto, ocho; para el quinto, diez; y doce veces más que el segundo, para el sexto fuego. Una reverberacion completa de 32 cargas dura en general de siete á ocho semanas, y consume 24 quintales de carbon y 12 tareas de leña.

Una cuadrilla de doce muchachos, unos de á 25 y otros de 18¾ centavos de jornal, con su capitan, y un peon quebrando el mate, bastarian para reverberar las 128 cargas de produccion, con el gasto siguiente:

Jornales	$ 22	75
Carbon, 96 quintales á 25 centavos	24	00
Tareas de leña 48 á 63½ centavos	30	00
Suma	$ 76	75

He calculado el costo de los seis quemes, sin embargo de que creo que á los metales del Zapote, que segun las muestras son muy limpios, les bastaria con cuatro, lo que importaria una economía en las 128 cargas de 58.80 quintales de carbon y cuatro tareas de leña, ó en efectivo, $16.90, sin la parte que le corresponderia de jornales.

Fusion de los mates.—El horno de cobre negro puede fundir semanariamente 250 cargas de revoltura, de las que son de mates el 76 por 100 ó 190 cargas, el 11 por 100 de resíduos ricos en cobre de las operaciones anteriores, otro tanto de escorias y 2 por 100 de cuarzo: tanto esta revoltura como la del metal, pueden variar segun la composicion del mineral.

Consume 240 quintales de carbon, el 32 por 100 de la masa fundida, y produce del 20 al 32 por 100 de cobre negro. Como término medio, en el caso presente, 195 quintales de cobre negro, un mate muy rico en cobre y escorias que se funden con el mineral.

GASTO SEMANARIO.

Dos maestros en siete puebles á $1........$	14	00		
Cuatro graseros	10	50		
Dos cargadores..................................	5	25	29	75
Revoltureros con el pesador de ántes.......			3	75
Consumos, carbon 2[illegible]0 quintales á 25 cents. .	80	00		
Cuarzo 5 cargas á 2 reales.....................	1	25	81	25
Suma..............................			$ 114	75

para fundir á la semana 190 cargas de mate; luego para fundir 128 se gastarian $ 77.30, que producirian 131.37 quintales de cobre negro, con 94 por 100 de cobre rojo.

Afinacion del cobre negro.— Sin embargo que es más económico hacer la afinacion en hornos de reverbero, como ántes supuse se haria en hogares, calculo el costo sólo en este caso.

En un hogar que tenga de diámetro 0.88 y 0.45 metros de profundidad, con la tobera inclinada 45°, el diámetro del tubo 0.037 metros y el aire al inyectarse una presion entre 0.044 y 0.066 metros, se afinan en un lance, como término medio, 14 quintales de cobre negro, con un consumo de carbon de 5.77 quintales, y se obtienen 11.20 quintales de cobre rojo, resíduos ricos que se agregan á la siguiente afinacion, y escorias que se funden con los mates.

El tiempo en que se practica esta operacion es muy variable; depende de las impurezas del cobre negro, ó más bien dicho del mineral, por lo que supongo que un maestro afinador con 2 peones, en un pueble de doce horas, hace dos lances entregando el cobre refinado. Para afinar 131.37 quintales de cobre negro, producto de las 400 cargas de metal, se gastará:

En jornales ....$	8	21
En carbon, 54 quintales á 25 centavos.	13	56
Total..............................$	21	77

Y deben producir de cobre refinado el 80 por 100 ó 105.09 quintales sin tener en cuenta el cobre de los resíduos y escorias de la afinacion que se aprovechan en las siguientes operaciones.

Falta que calcular los gastos semanarios de Administracion,

composturas, etc., que en el presente caso los reportarán las cargas que funde un horno; pero como una campaña dura de tres á cuatro meses, al cabo de los cuales hay que volver á hacer el crisol y componer generalmente la testera, una oficina metalúrgica debe tener, cuando ménos, dos hornos para la fusion del mineral, y dos del cobre negro para que no se interrumpan los trabajos, y muchas temporadas del año marcharán todos á la vez. En resúmen, para beneficiar 400 cargas se hacen los siguientes gastos:

Hornos. Reverberacion del mineral..................$	14	37½		
Fusion del mismo..................................	188	00		
Reverberacion de los mates........................	76	75		
Fusion de los mates...............................	77	30		
Afinacion del cobre negro.........................	21	77	378	19½
Composturas. Carpinteros y albañiles..............	44	00		
Materiales, ladrillo, barro, etc..................	30	00		
Por moler la brasca...............................	12	00		
Aguce de herramienta..............................	10	00	96	00
Administracion y ensaye á medias con las minas....	80	00		
Rayador, mozos y veladores........................	27	00		
Rédito semanario al 6 por 100 anual, sobre $80,000 capital en giro y valor de la fundicion..............	92	31	199	31
Total gasto semanario.............................			$ 673	50½

Costo de beneficio de un monton de 30 quintales ó de 10 cargas de 12 arrobas, $ 16 83¾ centavos.

En esta cantidad no está comprendido ni el flete ni el importe del mineral; pero sí la parte correspondiente del capital en giro.

He determinado el costo de beneficio, como si los metales no tuviesen ley de plata; voy á calcular los gastos que se necesitaria hacer para aprovecharla, extrayéndola de los mates por el método de sulfatizacion, que me parece ser el que se deberia aplicar en este caso, porque toda la que tenia el mineral está contenida en los mates.

Tres operaciones hay que practicar:

Granceo y porfirizacion de los mates.

Reverberacion y calcinacion.

Lixiviacion y precipitacion de la plata.

La primera se hace en seco, teniendo cuidado de cerner el polvo para separar las granallas de cobre negro que pueda contener, y agregarlas á la fundicion.

Los hornos para la reverberacion de los mates son de dos mesas sobrepuestas, cada una de 2.60 por 2.60 metros; la mayor altura de la bóveda sobre la mesa de 0.50 mts., y cada una de ellas con su correspondiente hogar; aunque generalmente funciona sólo el de abajo.

Se opera sobre pequeñas cantidades, para que se sulfatice toda la plata.

La operacion se divide en dos partes; la reverberacion en la mesa superior, donde se colocan cinco quintales de mates, que se oxidan formando sulfatos metálicos con un calor moderado y un exceso de aire.

Terminado el período de oxidacion, se pasa el mate á la mesa inferior y se procura descomponer gran parte de los sulfatos metálicos, ménos el de plata, por una elevacion de temperatura.

La calcinacion es la parte más delicada y de la que depende el éxito de la operacion.

El único producto que se obtiene es el mate reverberado.

Con operarios diestros, en un horno se pueden reverberar de 25 á 30 quintales de mates en 24 horas.

En el caso presente, para reverberar semanariamente 128 cargas, supongo que se necesitan cuatro hornos.*

La lixiviacion se hace en cubas de palastro de tal capacidad, que le queda á cada una 5 quintales de mate.

El sulfato de plata se disuelve en agua caliente, y tambien los de cobre y hierro, que no se descompusieron en la calcinacion.

La disolucion se aclara en unas cubas de madera, pasa á las de precipitacion que están colocadas en gradas y por series de cuatro cubas; en las dos primeras se pone cobre de cementacion para precipitar la plata, y en las últimas granalla de fierro para recoger el cobre.

Los productos que se obtienen son: plata, cobre y los resíduos de las cubas que se mezclan íntimamente con 10 por 100 de bar-

* En realidad, tres hornos serian suficientes.

ro, se amoldan en ladrillos bajo una débil presion, y se funden por cobre negro.

En el presente caso se necesitarian doce cubas para la lixiviacion montadas en sus ruedas, y sus ferrocarriles correspondientes para la carga y descarga.

La caldera de vapor que debe estar inmediata á las cubas, y el tubo del agua caliente sobre ellas.

Un canal colocado debajo que conduzca la disolucion á dos cubas de depósito, y bajo las que estarán tres series de las de precipitacion.

La pérdida de cobre en estas manipulaciones es insignificante; la de la plata se eleva al 10 por 100.

Hechas estas ligeras explicaciones, los gastos semanarios para beneficiar 128 cargas de mates que, segun la ley del mineral, de 2 marcos por monton deben contener 80 marcos de plata, pueden estimarse en lo siguiente:

Granceo y porfirizacion			$ 80	00
Hornos. Jornales	72	00		
94 tareas de leña á 37½ cents. tarea de una vara cúbica.	35	25		
Trasportes, útiles y gastos diversos	10	00	177	25
Oficina de lexiviacion. Jornales	18	00		
Dos fogoneros á 50 centavos	6	00		
52 tareas leña á 37½ centavos	19	50		
Dos capitanes, dia y noche	24	00		
Consumo de fierro y gastos diversos	25	00	92	50
Rédito semanario al 6 por 100 anual sobre $35,000			34	61
Suma			$ 324	36

gastos para beneficiar 128 cargas de mates que proceden de 400 de mineral crudo.

Los gastos de administracion están comprendidos en el beneficio del cobre.

El costo para beneficiar un monton de mineral trasformado en mates, seria $ 8 11 centavos.

Suponiendo que en la fabricacion de los resíduos en ladrillos se hagan los mismos gastos que en la reverberacion de los mates en el beneficio del cobre, se tendria el costo total para beneficiar

un monton de mineral de 30 quintales, por cobre y plata, de $ 24 94 centavos.

Los minerales del cerro Verde no necesitan preparacion previa; se funden directamente en hornos iguales á los de la fusion de los mates, y producen cobre negro.

El fundente que se deberia usar, segun la composicion del mineral de cuarzo y arcillas impuras, es la cal cáustica.

Deberia procurarse enriquecer el mineral; el gabarro por medio de una buena pepena, y las tierras planillándolas.

En condiciones favorables, un horno fundiria á la semana 160 cargas de mineral, 30 de cal viva y 60 de escorias.

Como se funde ménos cantidad de mineral sin embargo de que no necesita reverberaciones, el costo de beneficio seria semejante al anterior: no pasaria de 16 pesos.

Las galenas de las vetas de San Prisciliano se deberian explotar con la esperanza que mejorase á la profundidad su ley en plata: si el plomo tuviera demanda, sin embargo de su poco valor, aquel seria un buen negocio, pero sus utilidades son muy problemáticas por la falta de consumo.

Sus minerales reverberados se fundirian en hornos Piltz Rachete de produccion constante, de 4 toberas, y la presion del aire entre 0.022 y 0.024 metros.

La escoria se recibiria en carritos de hierro fundido, de caja cónica, separando el mate que se reune en la parte inferior de la caja. Los productos son plomo muy limpio, mates que reverberados se agregan á las revolturas ó se funden por separado, y escorias que se desechan.

Un horno fundirá á la semana 700 cargas de revoltura, con el 60 por 100 de mineral, y un consumo de carbon cuando mucho del 30 por 100, con el siguiente gasto:

Reverberacion			$ 18	00
Horno, 2 maestros á $ 1	14	00		
2 ayudantes á 75 centavos	10	50		
4 graseros y 6 cargadores á 37½ centavos	26	25		
Carbon 630 quintales á 25 centavos	157	50	208	25
Al frente			$ 226	25

Del frente..................		$ 226 25
Revoltureros y pesador..................................	19 00	
Calereros de los mates..................................	15 00	
2 capitanes dia y noche..................................	14 00	48 00
Composturas. Albañiles y carpinteros..................	50 00	
Materiales..	35 00	
Brasca y aguce de herramientas........................	22 00	
Rayador y pesador del mineral........................	8 00	
Alumbrado, útiles y varios gastos....................	30 00	145 00
Administracion, mozos, veladores.....................	90 00	
Rédito semanario al 6 por 100 anual sobre $ 60,000.....	69 23	159 00
Total..		$ 578 25

gasto semanario para fundir 420 cargas.

Costo de un monton de 30 quintales, $ 13.76.

Algunos al leer el presente Informe, se sorprenderán del costo que saca el beneficio de fundicion, y supondrán mis datos exagerados, tal vez sin fijarse en la abundancia de combustible, en que la fuerza motriz es el agua, y sobre todo en las dimensiones de los hornos que tanto influyen en los gastos, y éstos están, se puede decir, en razon inversa de aquellos.

El costo por beneficiar un monton por oro, de los minerales del Santo Niño, teniendo en cuenta todos los gastos, no pasará de 10 pesos.

En la actualidad sale muy gravoso; sin embargo de tener dos arrastres chicos y carga de sobra, sólo trabaja uno de dia con 18 arrobas de mineral, y rinde la molienda á las 48 horas.

Muele cuatro y media cargas á la semana, y los gastos de sueldos y jornales son:

Un azoguero, 6 dias á $ 1....................	$ 6 00
Mitad de sueldo al administrador............	3 12½
Un peon, 6 dias á 50 centavos................	3 00
Un arreador idem á 31¼ centavos............	1 87½
Suma....................................	$ 14 00

Lo dicho basta para ver lo mal organizado que está aquel trabajo.

Sentí que no hubiese estado presente el dueño cuando visité la mina; con gusto le habria manifestado lo productivo que le se-

ria darle más impulso á su negócio, introduciendo algunas modificaciones.

Varias circunstancias pueden influir para hacer ventajosa la explotacion de aquellos criaderos.

El aumento de poblacion influirá no solamente para explotar lo poco descubierto, sino tambien para descubrir otros que deben existir.

La instalacion del puerto de Maruata por donde se podria importar lo relativo á maquinaria, y por último el desarrollo que se les está dando á los ferrocarriles que, como el de Colima, pasará tocando los límites occidentales de aquel Distrito, favorecerá la explotacion del hierro, y el de Zihuatanejo será útil á los criaderos ubicados por el rumbo de Aguililla.

Número, posicion y espesor de las vetas que presenten los criaderos; extension de éstos; enumeracion de las sustancias explotables que contienen; su proporcion y distribucion, y sus relaciones con las rocas en que arman los criaderos.

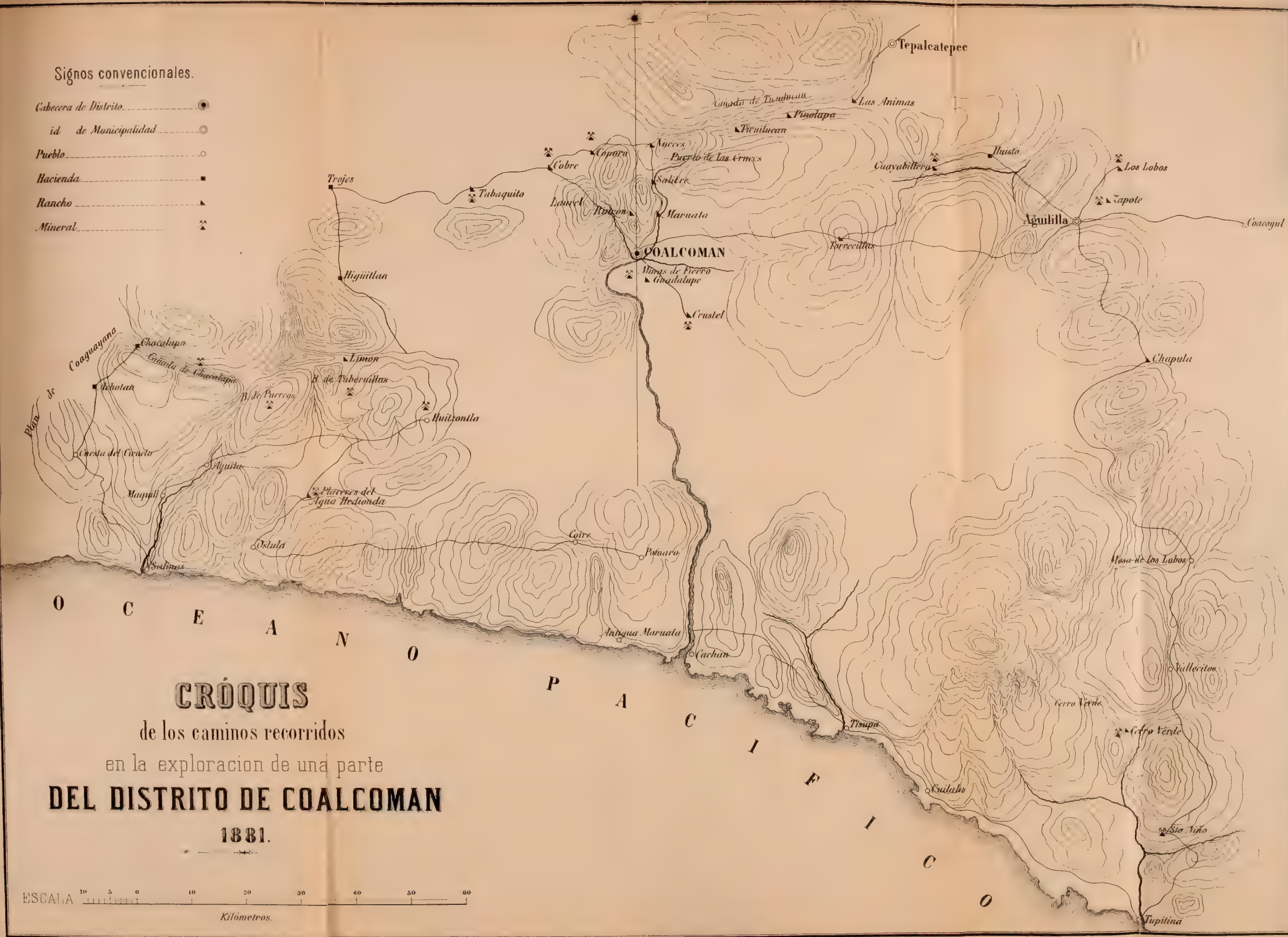
Al hacer la descripcion geológica del terreno dije el número, posicion y espesor de las vetas; indiqué tambien las distancias á que eran visibles los crestones.

Las sustancias explotables son: el hierro, el cobre, el plomo, la plata y el oro.

El primero sólo puede explotarse en los criaderos irregulares ó en capas; los otros metales, aunque existen en éstos, su explotacion en ellos será muy dudosa.

Para determinar con alguna exactitud la proporcion y distribucion en que se encuentran estas sustancias, seria necesario que los diversos criaderos que las contienen estuviesen en algun trabajo.

Por la simple inspeccion y en varios de ellos en los crestones únicamente, me pareció que en los de hierro las capas están formadas casi todas de mineral; éste es hematita roja muy pura, en los de la Carbonera; en el Crustel está la parda mezclada con la tierra vegetal fácil de separar, y más dificultad presenta el limonite de los Bancos, para estar bien pepenado. El mineral de co-



Signos convencionales.
Cabecera de Distrito
id de Municipalidad
Pueblo
Hacienda
Rancho
Mineral
Tepalcatepec
Las Animas
Pinolapa
Cañada de Tiarudnan
Picuilucan
Nueces
Puerto de las Cruces
Copora
Cobre
Salitre
Trojes
Tabaquito
Laurel
Rincon
Maruata
Huisto
Guayabillera
Los Lobos
Zapote
Aguililla
Coacoyul
Torrecillas
COALCOMAN
Minas de Fierro
Guadalupe
Crustel
Higüitlan
Chapula
Chacalapa
Coaguayana
Cañada de Chacalapa
Plan de
Limon
B. de Taberuillas
Achotan
B. de Puercos
Huitzontla
Cuesta del Ciruelo
Aquila
Maquili
Placeres del Agua Hedionda
Coire
Ostula
Pomaro
Salinas
Mesa de los Lobos
O C E A N O P A C I F I C O
Antigua Maruata
Cachan
Vallecitos
Cerro Verde
Tisupa
Cuilala
Sto Niño
Tupitina
CRÓQUIS
de los caminos recorridos
en la exploracion de una parte
DEL DISTRITO DE COALCOMAN
1881.
ESCALA 10 5 0 10 20 30 40 50 60
Kilómetros.

nite de los Bancos, para estar bien pepen

bre en el creston del Zapote, ocupa ménos de la tercera parte de su ancho, fácil de separar por el desmonte del cuerpo de la veta, y solo á mano se le puede quitar la pirita con la que está íntimamente mezclado, cuya separacion no podrá ser completa. La Veta del cerro Verde tiene el mineral mezclado con la matriz; por la pepena se limpiará algo. La galena de la principal veta de San Prisciliano es un hilo corrido; su mayor ancho de 0.50 metros, se angosta al pasar la barranca, y en la ladera opuesta tiene 0.35 metros, y el de la veta es de 1.40 metros.

Los criaderos de hierro, y los otros irregulares, del Rincon, la Carbonera y la Alberca, son contemporáneos de las rocas en que arman, y pertenecen á la misma formacion del cretáceo. Las vetas son más modernas: probablemente las abras se formaron cuando surgieron los granitos que tanto desarrollo tienen en el litoral.

Me faltan observaciones para deducir qué influencia pueden haber ejercido las dioritas y pórfidos que tambien encontré en la parte explorada, ó si á estas rocas, que tal vez influirian en el levantamiento de aquellas montañas, se les debe atribuir la formacion de las vetas.

Formacion de colecciones de rocas, fósiles y minerales que se encuentren en los lugares explorados.

A continuacion pongo tres catálogos de las rocas fósiles y minerales que coleccioné en virtud de la presente instruccion.

El primero contiene 112 ejemplares de rocas, el segundo 41 de fósiles clasificados, y 26 faltas de caracteres para poderse determinar, por estar muy destruidos; pero preferí hacerlos figurar en la coleccion, que excluirlos; y el tercero con 60 ejemplares de minerales. Los ejemplares de rocas del núm. 1 al 49, representan el corte geológico que hice en el estudio estratigráfico, con alguna variacion insignificante por haberse extraviado unos ejemplares; estando bien el órden de sobreposicion.

CATALOGO DE LAS ROCAS.

Núm. 1. Caliza de nerineas: las partes embutidas de los gasterópodos están fosilificadas en calcite, blanco agrisado y amarillo de Isabel: acantilado del cerro de Astala. Base del corte.

2. Caliza gris de humo y gris amarillenta, cerro de Astala. Primera capa de la serie.
3. Caliza gris amarillenta con cristales de calcite en las oquedades.
4. Caliza manchada de rojo.
5. Idem gris de humo.
6. Arenisca calcárea blanca amarillenta.
7. Caliza con cristales de calcite.
8. Idem fosilífera formada de conchas bivalvas.
9. Caliza compacta parda de clavo.
10. Idem de conchas.
11. Marga blanca verdosa.
12. Caliza compacta gris de humo.
13. Idem negra agrisada con hierro espático.
14. Idem idem con restos de conchas bivalvas.
15. Idem gris con venillas de calcite y hierro espático.
16. Idem gris de humo con fósiles muy alterados.
17. Idem compacta.
18. Idem gris amarillenta, con poco olor arcilloso.
19. Idem gris de humo.
20. Idem compacta con algunos restos de conchas.
21. Idem blanca agrisada.
22. Idem con oquedades, que probablemente son moldes externos de nerineas.
23. Idem de conchas.
24. Arenisca calcárea amarilla de Isabel.
25. Caliza roja parduzca.
26. Arenisca apizarrada.
27. Idem de grano más grueso.
28. Marga gris amarillenta.

29. Idem manchada por el óxido de hierro.
30. Idem con moldes externos de nerineas tapizadas de cristales de calcite.
31. Caliza compacta gris de humo.
32. Idem de grifeas.
33. Idem compacta con hierro espático y restos fósiles.
34. Idem de conchas parda rojiza.
35. Arenisca de grano grueso.
36. Caliza compacta gris de humo.
37. Idem roja pardusca.
38. Marga roja con granos de calcite.
39. Caliza compacta gris de humo.
40. Arenisca gris amarillenta.
41. Marga amarilla.
42. Arenisca calcárea.
43. Marga apizarrada.
44. Caliza amarilla de Isabel claro, con oquedades y cristales de calcite.
45. Arenisca blanca agrisada.
46. Idem idem grano grueso.
47. Caliza con fósiles muy destruidos.
48. Arenisca con calcite.
49. Caliza negra agrisada con fósiles donde termina el corte. Cima de Apanila.
50. Caliza roja pardusca. Camino de Colima, salida de Coalcoman.
51. Idem con fósiles y calcite, teñida por los óxidos de hierro. Loma donde se construye el templo.
52. Marga con fósiles embutidos de idem.
53. Caliza con nerineas. Camino de Colima.
54. Idem negra agrisada con venillas de calcite y cristales muy pequeños de pirita. Mina de Dolores.
55. Caliza, ó más bien banco de ostras. Mina de los Dolores.
56. Idem con restos fósiles de idem.
57. Arenisca de grano grueso con bivalvas en la superficie, del potrero donde está la mina de los Bancos.
58. Conglomerado de idem.

59. Caliza litográfica del rio cerca de los Bancos.
60. Conglomerado verde agrisado. Cerro de la Carbonera.
61. Conglomerado con nerineas, de idem.
62. Marga apizarrada con esteatita. Mina del Rincon.
63. Cuarcite de idem.
64. Idem teñido de rojo con pizarra arcillosa, en zonas, de id.
65. Conglomerado calcáreo blanco agrisado, idem.
66. Idem arcilloso con fragmentos de cuarzo, idem.
67. Caliza metamórfica. Cañada de Guadalupe.
68. Granito en que la pirita sustituye en parte á la mica, de idem.
69. Idem con más pirita, de idem.
70. Idem en que la sustitucion es completa.
71. Idem con mica plateada y pirita.
72 y 73. Dolomia de idem.
74 y 75. Roca clorítica de idem.
76 y 77. Pórfido cuarcífero con cristales de mica negra de id.
78 y 79. Caliza metamórfica negra agrisada, en que arma la vetilla cuarcífera de idem.
80 y 81. Diorita con magnetite del Palmar.
82. Idem de grano fino, idem.
83. Caliza de la mina del Crustel.
84. Conglomerado calcáreo de idem.
85. Caliza compacta del rancho de idem.
86. Granulite de la Chichihua.
87. Pórfido feldespático. Guayabillera.
88. Idem descompuesto de idem.
89. Arenisca roja de la Huerta.
90. Granito con mica plateada. Coacoyul.
91. Idem que pasa al gneiss, idem.
92. Cuarcite de los Lobos. Aguililla.
93. Idem con pirita magnética, idem.
94. Caliza con granos de cuarzo, idem.
95. Diorita en lajas. Cerro del Laurel.
96. Idem alterada, idem.
97 y 98. Idem más alterada que la anterior.
99. Idem descompuesta.

100. Tierra de porcelana blanca rojiza. Camino del rancho del Cobre.
101. Litomarga de idem.
102. Idem de la mina del Cobre.
103. Idem teñida por los óxidos de hierro, idem.
104. Caliza con siliza-pizarra en zonas de la barranca de los Puercos.
105. Brecha calcárea con cristales de pirita descompuesta de idem.
106. Roca feldespática muy alterada de idem.
107. Caliza impura. Chacalapa.
108. Arenisca, Tabernillas.
109. Idem con cristales de cuarzo, idem.
110. Pórfido feldespático. Mina del Santo Niño.
111. Cuarzo cariado y arcilla impura. Creston de la veta de id.
112. Hierro pardo arcilloso. Crestones de Cachan.

CATALOGO DE FOSILES.

RUDISTAS.

1. Hipurita bioculata. Potrero de los Bancos.
2. Idem en que se ve la boca. Camino del Rincon.
3 y 4. Idem en la caliza negra. Camino del Crustel.
5. Idem, dos individuos en que está destruida la parte testácea, y la parte hueca del fósil se llenó de caliza. Mina del Crustel.
6. Secciones de bocas. Antigua ferrería.
7. Seccion natural de una boca, en que se ve el interior. Chihuistila.
8. Impresion de una hipurita un poco realzada. Mina de los Dolores.
9. Hipurita calamitiformes, número 3 del dibujo. Camino del Rincon.
10. Idem ejemplar más destruido, idem.

11. Idem en que se nota parte de la boca, idem.
12. Idem mexicana, núms. 4 y 5 del dibujo, idem.
13. Idem en que le faltan caracteres para determinar su especie, núm. 6. Hacienda de San Isidro.
14. Hipurita fosilificada en calcite con cuarzo, de idem.
15. Boca de hipurita en idem de idem.
16. Radiolito turbinata, número 7. Camino del Rincon.
17. Radiolito foliáceo? de idem.

GASTERÓPODOS.

18. Nerinea castilli, seccion natural nº 9. Subida del Rincon.
19. Idem en que se ve la espira de la columnela, de idem.
20. Idem. Seccion artificial para ver el dibujo que forman las espiras, idem.
21. Idem en que se ve la boca deformada, idem.
22. Idem embutida en la caliza, idem.
23. Nerinea hieroglífica, seccion natural, núm. 10. Cerro de los Guzmanes.

24 y 25. Idem agrupadas, idem.

26. Idem embutida en la caliza y fosilificada en calcite cristalizado, teniendo las vueltas de la espira, idem.
27. Idem. Seccion que resultó al quebrar la caliza de la mina de los Dolores.
28. Nerinea hieroglífica, seccion completa. Hacienda de Higüitlan.
29. Idem castilli petrificada, seccion artificial número 11. Astala.
30. Idem hieroglífica núm. 12. Camino del Rincon.
31. Pterodonta núm. 13. Cerro de los Guzmanes.
32. Idem más destruida que la anterior, idem.

ACÉFALOS.

33. Astarte mínima, núm. 14. Mina de los Dolores.
34. Trigonia, molde interno, núm. 15. Astala.
35. Grifea núm. 16, idem.

36. Pecten obliterado lateralmente, número 17. Cañada de la Guayabilla.
37. Idem comprimido por la presion vertical núm. 18, de idem.

ARTICULADOS.

38. Serpula adherida al tallo de un coral. Camino del Rincon.

RADIADOS.

39. Trochoseris sinuosa, núms. 20 y 21. Camino del Rincon.
40. Thamnastrea pedunculata, núms. 22 y 23. Cerro de los Guzmanes.

VERTEBRADOS.

41. Impresiones de colas de peces. Rancho del Carricito.

A los siguientes ejemplares les faltan caracteres para clasificarse.

42. Fragmentos de bivalvas. Hacienda de San Isidro.
43. Idem de la de Huisto.
44. Idem potrero de Chihuistila.
45 al 48. Moldes de un gasterópodo. Bancos.
49. Idem distinto, antigua ferrería.
50. Escafite? Mina del Rincon.
51 y 52. Gasterópodos fosilificados en calcite. Rincon.
53. Idem idem. Salida de Coalcoman.
54 al 59. Tallos de coral? Caminos del Rincon.
60 al 62. Fósiles embutidos en caliza. Loma de la salida de Coalcoman.
63 y 64. Fósiles en arcilla metamórfica: afectan la forma de raíces. Camuchines.
65 y 66. Moldes exteriores, probablemente de nerineas. Cerro de los Guzmanes.
67. Idem barranca del Tabaquito.

CATALOGO DE MINERALES.

1. Hematita parda. Mina de los Dolores.
2. Idem con roja, idem.
3 y 4. Hierro palustre de los Bancos.
5. Hematita roja de la Carbonera.
6. Idem de la segunda capa.
7. Idem parda con hierro espático y calcite del Crustel.
8. Hematita parda arcillosa de idem.
9. Mineral de manganeso de los Cimientos.
10 y 11. Hierro arcilloso en concreciones. Camino del Crustel.
12. Idem de los Camuchines.
13. Hierro espejado con cristales de cuarzo del Laurel.
14. Idem con feldespato, idem.
15 y 16. Idem con la matriz muy descompuesta, del Potrero.
17. Galena y blenda negra, en un conglomerado arcilloso. Mina del Rincon.
18 y 19. Galena, en caliza de la Carbonera.
20 y 21. Idem con malaquita y bruno-espato, veta principal de San Prisciliano.
22. Galena y blenda, de la tercera veta de idem.
23 y 24. Idem íntimamente mezclada con la matriz. Terrero de la mina de Cóporo.
24 y 25. Pirita con cuarzo comun. Vetilla de la Cañada de Guadalupe.
26. Pirita magnética. Huizontla.
27. Chalcopirita, pirita comun y ocre de hierro. Creston de la veta del Zapote.
28. Idem de la segunda veta.
29. Malaquita con hierro piceo. Creston de la veta del cerro Verde.
30. Idem con granos diseminados de chalcopirita, de idem.
31. Malaquita con hierro pardo. Mina del Cobre.
32. Idem con azurite del Potrero.

33. Malaquita con azurite y hierro pardo del creston de la segunda veta del Santo Niño.
34. *Metal pepenado*, de idem, compuesto de hierro pardo, chalcopirita, malaquita y óxido de cobre? cuarzo cariado y esteatita. El oro sólo es visible en la tentadura.
35. Cobre abigarrado, malaquita, calcite y esteatitas, de una de las vetillas de la Guayabillera.
36. Cuarzo de otra vetilla de idem.
37. Azurite con hierro pardo de la vetilla que está sola, de idem.
38. Oro nativo. Barranca de los Puercos.
39. Id. en pegaduras en la ematita roja y parda, de Tabernillas.
40. Arena magnética de Chacalapa.
41. Fragmentos de hierro rojo y pardo: son los acompañantes del oro. Tabernillas.
42. Hierro palustre en forma de tubos, de Tabernillas.
43. Idem muy poroso, de idem.
44. Hematita roja del Agua Hedionda.
45. Calcite cristalizado, venilla entre las capas de caliza. Salida de Coalcoman.
46 y 47. Idem en forma de ramilletes. Cerro de los Guzmanes.
48 y 49. Travertino con impresiones de hojas. Barranca de la Guayabillera.
50. Idem incrustando un tallo leñoso, de los Tejones.
51. Idem formando tubos. Camino del Salitre al Huaxuchel.
52. Yeso, de Tisupa.
53. Espato pesado, de Cóporo.
54. Pirita descompuesta, pirolusita y arcilla. Cañada de Guadalupe.
55. Piedra radiante cristalizada, cuarzo y mica plateada, formando una vetilla en la diorita. Cerro de Aquila.
56. Piedra radiante y magnetite de los granitos de la mesa de los Lobos.
57 y 58. Pistacia, cuarzo y ocre de hierro. Camino de Cóporo.
59. Cobre nativo, de Chorogüira.
60. Plata nativa, hierro rojo y cuarzo. Veta de Voladeros, que no tuve tiempo de visitar, y cuyo ejemplar recibí la víspera de mi regreso.

Además de estos puntos generales, el Ingeniero extenderá sus estudios á todos aquellos que estime necesarios para el mejor desempeño de su comision, y hará las observaciones que juzgue convenientes para facilitar la formacion de compañías que puedan explotar con buen éxito los criaderos minerales del Distrito explorado, fomentando y desarrollando en él este importante ramo de nuestra riqueza pública.

He procurado tratar cada una de las instrucciones á las que tenia que sujetar mi informe y se me ordenaron por el Ministerio de su digno cargo, con el desarrollo é importancia que tienen, y en vista de los datos que pude recoger en el poco tiempo que se me fijó, muy limitado para explorar una region montañosa, donde lo exuberante de la vegetacion oculta completamente grandes extensiones del terreno. La parte que pude explorar en ese tiempo está marcada en el croquis, y tal vez, aun en esos lugares, falte que descubrir, por lo que estoy muy distante de creer que la parte recorrida está bien explorada.

El gobierno del Estado podria estimular la formacion de compañías haciéndoles algunas concesiones: por ejemplo, á los que se dedicasen á la explotacion de hierro, se les deberia conceder en propiedad todas las minas que se encontrasen en un radio determinado; á los que se dedicasen á la explotacion del cobre, se les podria exceptuar por algun tiempo de toda clase de impuestos.

Debe influir para el desarrollo de tan importante ramo, el establecimiento de una diputacion minera en la cabecera del Distrito, ó que se autorice á la Prefectura dándole las facultades y atribuciones de aquella. Tengo entendido que el actual Gobernador ha presentado á la Legislatura una iniciativa de ley en ese sentido.

La apertura de un camino carretero entre Coalcoman y la estacion más próxima del ferrocarril de Colima, favoreceria directamente la explotacion del fierro.

No hay duda que se ha exagerado mucho la riqueza minera de aquel Distrito. Citaré únicamente una carta que ví publicada en

La Voz de México, que trata del mucho oro que hay en la cañada de Guadalupe, confundiendo ese codiciado metal con la pirita de hierro que tienen los granitos de dicha cañada, y lo mismo sucede con la mica amarilla que tanto abunda en las de Coire y Pomaro. Los trozos de amalgama de plata que se encontraron el año pasado, contribuyeron á aumentar esa fama y á recordar que por más de 200 años Cuaguayana se llamó Motines de Oro.

Eso hizo, y con razon, que el Sr. Octaviano Fernandez, entónces Gobernador del Estado, influyera con el Gobierno general á fin de que se practicara un reconocimiento, para el que tuve el honor de ser nombrado. Debo aquí manifestar mi gratitud á dicho señor por las atenciones que le merecí.

Despues de haber examinado los criaderos de hierro y hecho el estudio geológico de las inmediaciones de Coalcoman, fuí á explorar la barranca de la Guayabillera, donde se encontró la amalgama de plata; mineral que analicé el año pasado, y que tanto por sus caracteres físicos, como por su composicion química, parece «Arquerite» (Amalgama explotada en la mina de Arqueros, Coquimbo, Chile), cuya fórmula es $Hg\ Ag^6$, pero cuyo criadero es desconocido. Para buscarlo se necesita hacer grandes desmontes, limpias y otros trabajos, que no emprendí por falta de elementos y de tiempo.

La ocupacion predilecta de los habitantes del Distrito, es la cría de ganado vacuno, su principal ramo de comercio.

La agricultura tiene poco desarrollo.

El clima es muy variado, siendo cálido y enfermizo en la costa, y templado y sano en el interior.

En las aguas se dedican algunos á *lavar oro*, y consideran bien retribuido su trabajo cuando en la temporada obtienen un beneficio equivalente á un jornal de $ 0.50.

Segun cálculos prudentes, no pasa de 25 marcos el oro que producen anualmente los placeres.

Estos deben haber sido trabajados ántes de la conquista, y en tiempo de los españoles abandonados completamente hasta el año de 1865, que principiaron á explotarse.

Se confirma lo primero por el nombre que dieron los conquistadores á aquella comarca, y además se han encontrado en la Bar-

ranca de los Puercos unas figuras de piedra labrada, de las que recogí dos; y lo segundo, porque tambien se han hallado herramientas de hierro muy oxidadas.

Las salinas producen sobre 2,500 cargas.

Es tan pequeña y eventual la extraccion del hierro, que no se puede estimar su produccion.

RESUMEN.

El resultado de mi exploracion puede reasumirse como sigue: El terreno explorado pertenece en su mayor parte al cretáceo superior.

El granito fué probablemente el principal agente del levantamiento de aquella region; tambien las dioritas han de haber ejercido alguna influencia.

Parte de los fósiles recogidos son característicos de aquella formacion.

Los criaderos de hierro y las vetas de cobre, plomo y oro, tienen alguna expectativa; podrán explotarse con ventaja bajo una buena direccion técnica y una administracion económica.

Lo abundante de las maderas y lo barato de varios artículos de primera necesidad, son los elementos con que se cuenta para su explotacion, y la falta de poblacion y de caminos, los inconvenientes para su desarrollo.

El tratamiento metalúrgico más adecuado para su beneficio es el de fundicion, ménos el oro, que se extrae por amalgamacion.

Los lugares en que se puedan establecer las oficinas metalúrgicas no están distantes de los criaderos, y en la mayor parte de los casos se puede aprovechar el agua como fuerza motriz.

El beneficio con hornos adecuados, teniendo el viento la presion correspondiente, no saldrá caro.

La comision honrosa que por conducto de la Secretaría del digno cargo de vd. se sirvió confiarme el señor Presidente de la República, á quien estoy altamente reconocido por la distincion que le merecí, creo, señor, haberla desempeñado con la resolucion de las cuestiones que me fueron propuestas por ese Ministerio.

Réstame darles las gracias á los Sres. Sanchez y Jaker, prefectos del Distrito, por haberme prestado importantes servicios para el desempeño de mi comision.

Me es grato manifestar á vd. las protestas de mi particular aprecio y distinguida consideracion.

México, Diciembre 24 de 1881.

MANUEL URQUIZA.

INFORME

SOBRE LA

OBSERVACION DEL PASO DE MERCURIO POR EL DISCO DEL SOL.

Noviembre 7 de 1881.

Tengo el honor de informar á vd., señor Ministro, acerca de la observacion del paso de Mercurio por el disco del Sol, ejecutada por encargo especial de esa Secretaría, en el Observatorio Astronómico Central, el 7 de Noviembre del corriente año, así como de las observaciones auxiliares ejecutadas en los dias próximos á la fecha ya mencionada.

Haciendo uso del anteojo de pasos y del péndulo arreglado á tiempo sideral, observé pasos meridianos de estrellas para la determinacion de la hora, los dias trascurridos del 4 al 8 de Noviembre. El tiempo no fué muy favorable, pues las nubes hicieron perder algunas observaciones y dejaron incompletas otras; sin embargo, como el número de estrellas es crecido, los resultados son satisfactorios, pues procuré tener siempre más de dos estrellas para calcular la desviacion azimutal del anteojo, y más de tres estrellas propias para la determinacion de la hora. Observaré que las correcciones obtenidas para los dias 6 y 7, entre los cuales se verificó el fenómeno, fueron muy concordantes, llegando las diferencias á la segunda cifra decimal de segundos.

Las correcciones que el péndulo necesitó, fueron:

Noviembre	4 á 21^h 57^m	del péndulo	....	— 12^s 26
»	5 á 23 45	»	....	— 16. 11
»	6 á 22 55	»	....	— 17. 88
»	7 á 22 25	»	....	— 19. 38
»	8 á 22 55	»	....	— 20. 40

y las marchas diarias:

Noviembre	5 á 10^h 51^m	del péndulo	....	— 3^s 70
»	6 á 11 20	»	....	— 1. 82
»	7 á 10 40	»	....	— 1. 54
»	8 á 10 40	»	....	— 1. 00

Por esta tabla se ve que el péndulo adelantaba, pero disminuyendo su marcha, sin que pueda asignar la causa de esta variacion.

La observacion del paso de Mercurio fué preparada, haciendo los cálculos de prediccion con los datos de los almanaques inglés y americano. El primero dió para la hora local del primer contacto externo 3^h 39^m $31.^s2$; para el primer contacto interno 3^h $41^m 14^s.1$; y el americano, para el primer contacto externo, $3^h 39^m 16^s.9$, dando ambos el ángulo de posicion 68°5 del vértice al E.

La observacion se ejecutó con el telescopio zenital, instrumento que sirvió al Ingeniero geógrafo Sr. D. Francisco Diaz Covarrúbias para observar en el Japon el paso de Vénus el año de 1874, recibiendo la imágen del Sol sobre una hoja de papel restirada y fija al telescopio. La imágen del Sol tenia un diámetro de 0^m155, y la de Mercurio 0^m0008 próximamente.

El anteojo se colocó en la bóveda giratoria del Observatorio, dejando abierta una sola ventanilla á la que se sujetó un lienzo negro, que por su otra extremidad se fijó al anteojo, cerrando así la entrada á la luz que no cayese en el objetivo del telescopio, para convertir, hasta donde fué posible, la bóveda en cámara oscura.

Gruesas nubes cubrian el cielo, y algunos minutos ántes de que se verificara el fenómeno comenzó á despejarse, dejando descubierto el Sol; faltaba un minuto para la ingresion, cuando una gruesa nube se interpuso y no permitió ver ni aun directamente el primer contacto, pues cuando el Sol volvió á aparecer, ya Mercurio estaba dentro cerca de 0.4 de su diámetro.

Se observaron el primer contacto interno y la separacion de los bordes de los astros, anotándose la hora del péndulo.

El disco de Mercurio comenzó por parecer circular, y luego fué alargándose, tomando la forma elíptica hasta desprenderse del borde del Sol; así es que se observó ligamento bien marcado, durando éste, á mi juicio, cerca de 26 segundos.

Las horas siderales de observacion fueron, corrigiendo el péndulo por medio de sus marchas, de la manera más conveniente:

Primer contacto interno	Noviembre	7 á 18^h 50^m 33^s 4
Separacion de los bordes..........	»	7 á 18 50 59. 0

y los tiempos medios locales correspondientes:

Primer contacto interno	Noviembre	7 á 3^h 41^m 34^s 0
Separacion de los bordes..........	»	7 á 3 41 59, 5

El almanaque inglés da para la hora del primer contacto interno, $3^h\,41^m\,14^s.1$; así es que se observó $19.^s9$ despues de la prediccion, diferencia insignificante si se atiende á las dificultades que presentan estas observaciones por la pequeñez del disco del planeta y la cortísima velocidad aparente de que va animado.

Antes de concluir, debo manifestar que fuí honrado con la cooperacion de mi amigo y compañero Sr. D. Mariano Bárcena, y que el péndulo fué contado en todas las observaciones por el inteligente empleado del Observatorio, Sr. D. Antonio Palafox.

Con lo expuesto, señor Ministro, creo dejar satisfechos los deseos de vd., al confiarme la observacion del paso de Mercurio por el disco del Sol, en el Observatorio Astronómico Central, el dia 7 de Noviembre próximo pasado.

México, Diciembre 4 de 1881.

LEANDRO FERNANDEZ.

Señor Secretario de Fomento.—Presente.

En atencion á que el Sr. Ingeniero D. Leandro Fernandez, Profesor de Geodesia y Astronomía de esta Escuela, tiene que practicar en el Observatorio Central de Palacio, por el sensible fallecimiento del Sr. D. Francisco Jimenez, la observacion del tránsito del planeta Mercurio por el disco del Sol, esta Direccion ha comisionado á vd. para que ejecute en el Observatorio Astronómico de esta Escuela la observacion mencionada, rindiendo el informe correspondiente.

Libertad en la Constitucion. México, Noviembre 5 de de 1881.

ANTONIO DEL CASTILLO.

Al Ingeniero Topógrafo D. Francisco Rodriguez Rey, encargado de los gabinetes de Topografía, Geodesia y Astronomía.—Presente.

TRÁNSITO DE MERCURIO.

NOVIEMBRE 7 DE 1881.

OBSERVACION HECHA EN EL OBSERVATORIO DE MINERIA.

Honrado por esa Direccion con el encargo de ejecutar en el Observatorio Astronómico de esta Escuela la observacion del tránsito del planeta Mercurio por el disco del Sol, fenómeno que debia tener lugar el dia 7 del presente mes, comencé desde luego á ejecutar las preliminares de tiempo, sirviéndome para ello del cronómetro núm. 553-de Francisco Vazquez, Veracruz,-el cual está arreglado al tiempo medio y es propiedad de esta Escuela.

La observacion del fenómeno la ejecuté con uno de los anteojos de la fábrica «Lerebours et Secretan, Paris,» y usando en el ocular un poder amplificador de 40 diámetros. La imágen del Sol se proyectó sobre una pantalla fija al anteojo, el cual llevaba además en el extremo objetivo un gran disco de carton con el objeto de evitar los rayos de luz directos que al caer en la pantalla impedirian percibir el instante del principio del fenómeno.

La mañana del 7 el cielo se presentó muy limpio, lo que daba mucha esperanza para el éxito de la observacion; pero á las doce del dia, las nubes que se habian formado en el horizonte comenzaron á subir, y á las dos de la tarde el cielo estaba completamente entoldado, teniendo ya muy remota la esperanza de observar el fenómeno. A las tres y cuarto comenzaron á abrirse los *nimbi* que cubrian el Sol, y á las tres y media, cosa de cinco minutos ántes de la observacion, las nubes se rasgaron en la region

ocupada por el Sol, respecto del Observatorio, pudiendo entónces dirigirle el anteojo y seguirlo en su movimiento, no volviendo á cubrirse sino á cosa de las cinco.

Desde el mes de Febrero de 1880, habia ejecutado los cálculos de prediccion, obteniendo los resultados siguientes que fueron publicados:

Primer contacto externo...	Noviembre 7 á las $3^h\ 39^m\ 29.^s4$.	Tarde.
„ „ interno...	„ „ 3 41 12. 3.	Idem.

siendo estas horas de tiempo medio civil de la Escuela. Los ángulos de posicion del planeta sobre el disco del Sol, contados desde el vértice superior de este astro, son los siguientes:

Primer contacto externo......	68° 29′ 37″	Del vértice al Este.
„ „ interno......	68° 25′ 53″	

cuyos ángulos se verificaron con la suficiente aproximacion, pues el planeta apareció con cortísima diferencia en esos puntos del disco solar y que de antemano se habian marcado en la pantalla.

La observacion dió los resultados siguientes:

Primer contacto externo	$3^h\ 43^m\ 00.^s3$.	Horas del cronómetro.
„ „ interno	3 44 33. 4.	

De estas horas, descontado el adelanto del cronómetro, que en el instante de la observacion era de $-2^m 35.^s6$, se obtiene por último:

Primer contacto externo....	$3^h\ 40^m\ 24.^s7$.	Tiempo medio civil de la Escuela.
„ „ interno....	3 41 57. 8.	

La egresion era invisible en México, y se verificaba á las horas siguientes:

Segundo contacto interno.....	$8^h\ 59^m\ 3^s$	De la noche.
„ „ externo.....	9 00 47.	

Debo advertir que por instante del primer contacto interno se tomó el momento en que se vió al planeta desprenderse del limbo del Sol, habiéndose alargado Mercurio durante el contacto.

La hora del contacto externo debe estar afectada de algun

ligero error, pues se marcó el instante en que el planeta *apénas* mordia el disco solar.

Durante lo observacion fuí acompañado de los alumnos de esta Escuela, Cárlos Sellerier y Juan de D. Fleury.

Todo lo cual tengo la honra de poner en conocimiento de esa Direccion para cumplir su disposicion fecha 5 del presente.

México, Noviembre 14 de 1881.

FRANCISCO RODRIGUEZ REY.

Sr. Director de la Escuela E. de Ingenieros, Antonio del Castillo.—Presente.

ESTUDIO FÍSICO-MÉDICO

DE LOS

TERRENOS DE HUATUSCO Y EL TIZAR

EN EL ESTADO DE VERACRUZ

POR MARIANO BARCENA

Director
del Observatorio Meteorológico Central

Y

GUSTAVO RUIZ SANDOVAL

Dr. en Medicina y Cirugía y Director de la Escuela de Agricultura.

Observatorio Meteorológico-Magnético Central.—México.—Por disposicion de vd. tuve la honra de acompañar al señor Oficial mayor de esa Secretaría en la exploracion que se hizo últimamente de los terrenos de Huatusco y el Tizar en el Estado de Veracruz, á fin de ver si eran propios para la colonizacion extranjera.

Me es grato remitir á vd. el resultado de las observaciones científicas que practiqué en dicha exploracion, y que dan idea del clima, vegetacion, geología, etc., de aquellas regiones.

La premura del tiempo no permitió hacer series prolongadas de observaciones en cada lugar, para poder determinar con rigurosa exactitud sus circunstancias climatéricas; pero los datos recogidos dan la aproximacion suficiente para el fin indicado.

Los instrumentos con que fueron practicadas las observaciones meteorológicas, merecen entera confianza, y están comparados con los instrumentos testigos que existen en este Observatorio.

Además, hubo oportunidad de comparar los datos anotados en la hacienda del Mirador, con las series de observaciones practicadas en aquella finca por el Sr. D. Cárlos Sartorius, durante varios años: la comparacion afirma la clasificacion climatérica deducida de las pocas observaciones practicadas durante

la exploracion, y da la medida de las apreciaciones deducidas en las otras localidades á que se refiere este informe.

Las observaciones están comparadas con las que se practicaron á las mismas horas en el Observatorio Central, para poder apreciar las diferencias respecto de una localidad en que se estudian diariamente y hora por hora todas las variaciones atmosféricas.

La aplicacion que de los datos referidos pueda hacerse al estudio de la salubridad de las regiones examinadas, será practicada por el Dr. D. Gustavo Ruiz Sandoval, quien formó parte de la Comision exploradora que presidió el señor Oficial mayor de esa Secretaría.

Tengo la honra, con este motivo, de reiterar á vd. mi respetuosa consideracion y particular aprecio.

Libertad en la Constitucion. México, Octubre 25 de 1881.—*Mariano Bárcena,* director.—Al señor Ministro de Fomento.—Presente.

TERRENOS DE HUATUSCO.

La demarcacion de ese nombre está formada por numerosos accidentes que se relacionan al Citlaltepetl ó Pico de Orizaba: el terreno se halla constituido por lomas de diversas dimensiones, separadas por cañadas y barrancos más ó ménos profundos.

Las direcciones en que reconocimos este terreno fueron: del Camaron hácia Huatusco pasando por Matlaluca, el Refugio y Rancho de Vallejo; de Huatusco á la hacienda del Mirador y de Huatusco á Coscomatepec.

En las dos primeras direcciones se encuentran primero las llanuras del Camaron por una parte, y por otra los terrenos bajos que médian entre el Mirador y Paso de Ovejas; pero el terreno asciende con rapidez á la region accidentada.

En Camaron la altura sobre el mar es de 378 metros, y en Matlaluca, que estará á seis leguas de ese punto, hay 724 metros: desde aquí puede considerarse el principio de ascenso, y lo demuestran los accidentes del terreno y el carácter de la vegetacion; en las llanuras dominan las acacias, y al salir de Matlaluca hay ya bosques de encinas. De esta hacienda hácia el rancho del Refugio, es más gradual el ascenso; pero de este último punto á Huatusco, el terreno asciende con rapidez, como puede verse en los datos siguientes:

Localidades	Alturas en metros sobre el mar	
Matlaluca	724 m.	
El Refugio	793	7
Arroyozarco	917	4
Arroyo de Zocapa	900	1
Arroyo de la Piña	934	7
Cañada	1038	3
Rancho de Vallejo	1124	7
Huatusco	1213	1

De Camaron á Matlaluca habrá 6 leguas de distancia, de ese rancho al Refugio 3, y de allí á Huatusco 5 leguas. Se entiende que entre los pasos de los arroyos cuyos niveles se citan, existen lomas como ántes se indicó.

Los terrenos que se proponen al Gobierno para la colonizacion, comienzan en el rancho del Refugio y se extienden hasta Huatusco, comprendiendo ese terreno accidentado, cuyas alturas constan en el cuadro inserto.

En todo ese terreno reconocido, desde Matlaluca hasta Huatusco, la formacion geológica es la misma y formada del modo siguiente: tierra vegetal arcillo-humífera, de 0^m3 á 0^m75; arcilla roja ferruginosa, de 1 á 6 metros.

Despues sigue un grueso terraplen de arcilla más compacta, que á veces aparece en capas y reposa sobre un conglomerado basáltico de regular espesor; debajo de éste se halla la formacion basáltica dependiente del Citlaltepetl.

El rancho del Refugio está situado en una loma de poca extension: hácia el Sur se ve la serranía del Chiquihuite á corta distancia, y en el intermedio y en otras direcciones el terreno tiene el carácter general de que se hizo mencion. En este rancho se cultivan en corta escala el café y la caña de azúcar; los plantíos tienen buen aspecto, y el café que se colecta es de buena calidad.

En toda esa comarca la vegetacion es vigorosa y tupida: la yerba está formada de gramíneas propias para el pasto; los matorrales por diversas plantas en que dominan las malváceas y las melastomáceas, y los bosques están formados de encinas.

El terreno es húmedo y la atmósfera contiene siempre gran cantidad de vapor de agua, al grado de que no son necesarios los riegos en los cultivos que allí se hacen.

Los plantíos se hacen sobre las lomas ó en sus flancos, aunque presenten declives fuertes, pues se conserva en ellos la tierra vegetal.

Insertamos las observaciones meteorológicas hechas en el Refugio, comparadas con las simultáneas practicadas en México.

RANCHO DEL REFUGIO

Setiembre 26 de 1881

Horas	Termómetro seco	Termómetro húmedo	Tension del vapor	Humedad por ciento	Barómetro	Ozono	Notas
p. m.							
4	26°0	......	......	......	694.00	....	Lluvioso.
6	......	......	......	......	695.00		
7	21 0	......	......	......	695.00	00	

Setiembre 27

Horas	Termómetro seco	Termómetro húmedo	Tension del vapor	Humedad por ciento	Barómetro	Ozono	Notas
a. m.							
6	19 0	......	......	......	694.00	....	Ventoso.

OBSERVATORIO CENTRAL DE MÉXICO

Setiembre 26 de 1881

Horas	Termómetro seco	Termómetro húmedo	Tension del vapor	Humedad por ciento	Barómetro	Ozono	Notas
p. m.							
4	25°0	15.9	9.89	41	582.91	6.0	
6	19 2	15.1	11.60	67	583.68	7.0	
7	17 8	25.2	12.37	78	584.29	6.0	Nublado.

Setiembre 27

Horas	Termómetro seco	Termómetro húmedo	Tension del vapor	Humedad por ciento	Barómetro	Ozono	Notas
a. m.							
6	14 5	13.0	11.15	85	584.63	1.5	

DIA 27.—OZONO

En el bosque		En México	
8 á 9 a. m.	6°	8 á 9 a. m.	3° 5
9 á 10 ,,	4°	9 á 10 ,,	5° 5
10 á 11 ,,	7°	10 á 11 ,,	4° 5

La temperatura média anual del Refugio puede calcularse aproximadamente en 22°7: así es que por este dato y considerando la altitud, su posicion geográfica y su topografía, puede clasificarse el clima respectivo como caliente y húmedo. Atendidas estas circunstancias, así como la naturaleza del terreno y el carácter de la vegetacion, debe considerarse aquel terreno como propio para cultivar la caña, el café, el tabaco, la yuca y el maíz; tambien podrian cultivarse algunas plantas textiles, como el cáñamo, el ramié y acaso el lino.

Los bosques producen buenas maderas de construccion y cortezas curtientes. El agua corriente se encuentra en los *talwegs* de las cañadas y barrancas donde seria fácil formar presas para elevar el líquido y conducirlo á lugares convenientes. Como se ha indicado, el terreno va ascendiendo del Refugio hácia Huatusco, y en la Cañada hay ya una altura de 1,038 metros sobre el mar. El carácter orográfico es igual al ántes referido, es decir, que el terreno está formado por lomas y cuchillas separadas por arroyos y barrancas.

La poblacion de Huatusco se halla situada en terreno ménos accidentado; el caserío es regular y las calles bien formadas; su aspecto es alegre, y se nota el movimiento del comercio y de la agricultura. Tendrá actualmente de cinco á seis mil habitantes, y es de esperarse que progrese en poblacion y riqueza, atendiendo á los elementos de que dispone.

Las observaciones practicadas allí son las siguientes:

HUATUSCO

Setiembre 27

HORAS	Termómetro seco	Termómetro húmedo	Tension del vapor	Humedad por ciento	Barómetro	Ozono	Notas
12 m.	22°2	20°6	18.02	86	662.00	4.0	Nublado.
p. m.							
1	20 6	19 4	16.84	89	661.50	3.5	
2	20 0	18 9	16.32	89	661.50	2.5	
3	19 4	18 9	16.64	95	661.50	....	Lluvioso.
5	18 5	......	......	......	661.30		
6	18 0	......	......	......	662.00		
8	17 0	......	......	......	662.70	2.0	

SETIEMBRE 28							
a. m. 4	14 0	......	......	......	662.00	....	Nublado.

MÉXICO

SETIEMBRE 27

HORAS	Termómetro seco	Termómetro húmedo	Tension del vapor	Humedad por ciento	Barómetro	Ozono	Notas
12 m.	21°0	15°0	10.61	55	4.38	5.5	Nublado.
p. m. 1	22 0	15 1	10.27	50	4.01	7.5	"
2	22 5	15 1	10.02	47	3.36	7.0	"
3	21 5	16 0	11.68	58	3.18	6.0	"
5	21 5	15 9	11.59	58	3.35	5.0	"
6	20 5	15 5	11,50	61	3.52	4.0	"
8	17 8	14 1	11.00	69	4.58	4.0	"
SETIEMBRE 28							
a. m. 4	14 2	13 0	11.30	88	4.90	2.0	Limpio.

Estas observaciones fueron practicadas en un tiempo nublado y lluvioso, lo que hace aparecer algunas temperaturas inferiores á las equivalentes de México; pero el estado del tiempo lo explica fácilmente. Como se ve, á las doce del dia la temperatura fué de 22°2, y la registrada en el Observatorio Central de 21°; en Huatusco el cielo estaba nublado en aquella hora y corria ya el viento precursor de la lluvia: á la una de la tarde empezó á llover, y el termómetro fué descendiendo desde ese momento, y sin esa perturbacion habria llegado sin duda á 23 ó 24 grados á la hora de la máxima. En México estuvo tambien nublado el cielo, y la lluvia comenzó desde las once A. M. en algunos puntos del Valle, y en la ciudad á las once de la noche, y sin embargo, no fué tan rápida la baja termométrica, llegando la máxima á 23°4, cuya circunstancia puede explicarse, porque sopló en México con frecuencia el viento del Sur, miéntras que en Huatusco habia

Norte franco á las horas de la observacion, y una gran cantidad de humedad en la atmósfera.

Lo expuesto demuestra que en Huatusco refresca fácilmente el tiempo por efecto de la lluvia, del viento y de la humedad, y que los datos recogidos aunque en corto número, dan probabilidad de que no sea muy riguroso el calor del verano en la parte alta de aquella region.

Tomando en consideracion la altura sobre el mar, puede estimarse en 22 grados la temperatura média anual en Huatusco; pero debe disminuirse esta cifra atendiendo á la humedad constante, á los bosques que pueblan aquella region, y á que ésta se encuentra bastante retirada de la costa. Además, la situacion del Pico helado de Orizaba y su distancia relativamente corta de Huatusco, pueden influir de un modo notable en la climatología de la comarca. En las cañadas y barrancas es más elevada la temperatura, como lo demuestran su posicion y el carácter de la vegetacion que en ellas se abriga.

La presion barométrica tuvo pocas variaciones el 27 de Setiembre, sin llegar á un milímetro la oscilacion en las observaciones que se practicaron. La mínima tuvo lugar á las 5 P. M., y siguió despues su ascenso en la noche.

La humedad relativa fué bastante elevada y llegó á su máximum á las 3 P. M., dos horas despues de haber comenzado la lluvia: en México fué tambien elevándose la humedad del aire despues de las dos de la tarde.

Por las anteriores consideraciones puede estimarse el clima de Huatusco, como caliente, templado y húmedo.

En los terrenos de Huatusco se cultivan con muy buen éxito la caña de azúcar, el tabaco, el café y el maíz. Los cultivos se hacen sobre las lomas ó en sus flancos; las superficies que ocupan los terrenos son generalmente de poca extension. El cultivo del tabaco y del café va progresando en aquellas regiones, y los productos se estiman notablemente en los mercados.

Los plantíos de cafetos necesitan de la sombra de otras plantas para conservarse sanos: en los lugares donde falta la sombra el desarrollo del cafeto es precoz, se llena de flores y frutos en los primeros años, y queda despues debilitado y enfermizo, miéntras

que con la sombra se conservan las plantas lozanas y metodizan su fructificacion.

De Huatusco á la hacienda del Mirador habrá 4 leguas; el terreno es del mismo carácter que el ántes descrito. El reconocimiento se hizo por dos rumbos, por Aguasanta y por Totutla. En la tabla de alturas constan las que corresponden á los puntos principales de ambos rumbos.

La hacienda del Mirador pertenece á los herederos del Sr. D. Cárlos Sartorius. Comprende esa finca terrenos altos accidentados y terrenos bajos que se internan en la Tierracaliente.

Los terrenos elevados tienen el carácter mencionado, y están separados por barrancas más ó ménos profundas. Esta finca abarca una zona extensa dirigida de O. á E.: está limitada al S. con las barrancas de Aguasanta y Cuyomeapam; al N. por las de San Francisco y Consoquitla; en la parte oriental se prolonga en las sabanas de que se hizo mencion. El terreno de esta hacienda está surcado por varias corrientes que convergen á las barrancas más profundas.

El terreno puede clasificarse en dos regiones; la accidentada y la de las sabanas, como ántes se indicó. La primera es una red de lomas y cuchillas separadas por barrancas; en las lomas y sus pendientes se siembra café y maíz. Las sabanas sirven para criaderos de ganado; tienen abundante pasto y están sombreadas por bosques de encinos.

En la parte elevada del terreno se han establecido unas colonias donde se cultiva el café: la hacienda tiene otra parte cultivada del mismo arbusto. En el Mirador se nota en varias partes el mismo efecto que ántes se hizo notar en los plantíos de café, por falta de sombrío. En otro tiempo se sembró caña en el Mirador, y despues se abandonó ese cultivo, fijándose de preferencia sus actuales poseedores en la siembra del café. Se han aclimatado en el Mirador algunas otras plantas útiles, como el té de China, de cuya especie existen tres arbustos en muy buenas condiciones de desarrollo.

En la hacienda se ven aún las construcciones que se hicieron para la fabricacion de la azúcar, y se conservan algunas máquinas que para ese fin se trajeron.

La altura determinada por el barómetro en el Mirador, es de 1004.4 metros sobre el mar; en la estancia de Zacoapa, perteneciente á la misma hacienda y donde se cultiva el café, la altura es de 865.7 metros; á la entrada del encinar en la sabana, 830.7, y en el límite del terreno reconocido sobre la sabana, 761.6.

En el Mirador practicamos las siguientes observaciones meteorológicas, que tambien comparamos con las simultáneas de México.

HACIENDA DEL MIRADOR

Setiembre 28

HORAS	Termómetro seco	Termómetro húmedo	Tension del vapor	Humedad por ciento	Barómetro	Ozono	Notas
a. m.							
9	23°3	20°3	16.89	76	676.70	4.0	Anuncios de
10	24 4	21 9	19.01	81	....	4.0	temporal.
11	23 9	21 1	17.87	78	678.50	5.0	
12	24 7	21 1	17.43	73	678.50	5.0	
p. m.							
1	25 6	21 1	16.93	67	677.70	6.0	
5	22 2	21 7	19.87	95	677.20	....	Niebla.
6	21 7	21 1	19.08	94	677.80	1.0	„
7	21 4	20 6	18.44	93	678.00		
8	21 4	20 8	18.77	94	678.00	....	Lluvioso.
9	21 1	20 6	18.60	96	678.70	....	„

Setiembre 29

HORAS	Termómetro seco	Termómetro húmedo	Tension del vapor	Humedad por ciento	Barómetro	Ozono	Notas
a. m.							
6	20 6	19 4	16.83	89	677.70	....	Tiempo amenazador.
7	22 2	20 6	18.00	86	678.00	3.0	
8	23 9	21 7	18.94	82	678.00	4.0	Velo cirroso.
9	23 9	21 1	17.87	78	....	5.0	„ „
10	25 0	22 2	19.21	79	677.70	5.0	Nublado.
11	25 0	22 2	19.21	79	677.30	0.0	„
12 m.	24 4	21 7	18.66	79	677.00	....	Lluvioso

OBSERVATORIO CENTRAL

Setiembre 28

HORAS	Termómetro seco	Termómetro húmedo	Tension del vapor	Humedad por ciento	Barómetro	Ozono	Notas
a. m.							
9	16°7	14°3	11.77	78	5.73	4.5	Ráfagas cirrosas.
10	17 9	14 5	11.45	71	5.56	5.5	
11	18 5	14 3	10.92	65	5.24	6.0	„ „
12	20 3	14 8	10.70	57	4.54	6.0	„ „

HORAS	Termómetro seco	Termómetro húmedo	Tension del vapor	Humedad por ciento	Barómetro 580+	Ozono	Notas
p. m.							
1	21 4	15 0	10.72	53	3.76	5 0	Ráfagas cirrosas.
5	22 5	15 0	9.90	46	2.52	6.0	
6	20 0	14 0	9.83	53	2.72	5.5	,, ,,
7	18 7	13 8	10.19	60	3.10	5.5	,, ,,
8	18 2	14 0	10.68	65	3.36	5.0	,, ,,
9	16 7	13 9	11.20	75	4.13	4.5	,, ,,
			Setiembre 29				
a. m.							
6	14 3	12 5	10.68	82	3.85	3.5	Velo cirroso.
7	15 0	12 8	10.70	79	4.23	3.5	,, ,,
8	16 4	14 0	11.53	78	4.57	4.5	,, ,,
9	18 1	14 2	10.99	67	4.63	4.5	,, ,,
10	19 8	14 4	10.44	58	4.26	4.0	,, ,,
11	21 5	15 0	10.37	52	3.95	4.5	,, ,,
12	22 0	15 7	11.05	53	3.26	5.5	,, ,,

El primer dia de observacion estaba sospechoso el tiempo, anunciando temporal próximo que efectivamente se desarrolló dos dias despues, persistiendo el tiempo lluvioso en aquella comarca hasta el 2 de Octubre.

La temperatura se presentaba algo elevada desde la mañana, y prosiguió ascendiendo hasta la siesta: en la última observacicn practicada á la una de la tarde habia llegado á 25°6, y al dia siguiente alcanzó á 25° desde las diez de la mañana, comenzando á menguar al mediodia, en que empezó la lluvia, verificándose un fenómeno análogo al que se cita en Huatusco. Calculando la temperatura média anual, considerando la presion média barométrica observada en el Mirador, resulta aquella de 22°2.

La humedad relativa está expresada en cifras bastante elevadas en el cuadro anterior, siendo la mínima de 67 por ciento á la una de la tarde; despues prosigue su ascenso, llegando al máximum á las 5 P. M.

De todas las observaciones barométricas que allí practicamos, resulta una presion média de 677^{mm}9: entre las nueve y las once de la mañana hubo una oscilacion de 1^{mm}80; permaneció alto el barómetro hasta las doce del dia y siguió despues descendiendo, verificándose la mínima entre las cuatro y las cinco P. M. En Mé-

xico no se verificó el mismo movimiento en la presion del aire, pues el barómetro descendia entre nueve y diez de la mañana y continuó su baja hasta las seis de la tarde: en ambas localidades se esperaba un temporal cuya aproximacion ocasionaba esas irregularidades en el régimen atmosférico.

El ozono fué más bajo en el Mirador que en México, llegando á faltar en aquella localidad durante algunas horas de la noche, notándose que, á medida que aumentaba la humedad del aire, menguaba el oxígeno alotrópico: este hecho fué notado en todas las observaciones que se practicaron en Huatusco y otros puntos de aquella region. De lo expuesto se deduce que el clima del Mirador debe clasificarse como cálido y húmedo, puesto que la média anual pasa de 20° centesimales, sin que se considere como excesivo el calor. Para el estudio climatérico de esa importante region, tenemos á la vista una excelente coleccion de datos meteorológicos, publicados en el Boletin de la Sociedad de Geografía por el Sr. D. Cárlos Sartorius. Las observaciones fueron practicadas tres veces al dia durante varios años; así es que sus promedios deben estimarse suficientemente exactos, pues es de suponer que una persona tan instruida como era el Sr. Sartorius, haya usado instrumentos correctos.

De los promedios de temperaturas correspondientes á nueve años (1860 á 1868), resulta una média anual de 20°02. De los datos pormenorizados correspondientes á 1867 y 1868, resultan las médias anuales de 20°50 y 20°14; las temperaturas máximas oscilan entre 21°1 y 35°, y las mínimas entre 5°8 y 19°. La *máxima maximorum* de 35° se verificó en Mayo de 1868, y la *mínima minimorum* de 5°8 en Enero del propio año. Advierte en sus explicaciones el Sr. Sartorius, que las máximas de 35° sólo se han presentado dos veces y durante pocas horas en el espacio de 10 años: la misma rareza manifiesta respecto de las mínimas de 5°. Añade aquel observador que generalmente la temperatura es suave y húmeda, y en todo el año son frescas las noches. Como temperaturas médias asigna 15°5 para los meses de Noviembre á Febrero; 23°3 para Abril, Mayo y Junio, y 21°7 para la estacion de lluvias.

Dice el Sr. Sartorius que los *nortes* del Golfo tienen una influen-

cia muy notable sobre el clima de aquellas regiones; los anuncios de estos temporales son la alza en la temperatura, la aparicion del viento Sur y la baja barométrica.

El cuadro siguiente indica las alturas de lluvia en 11 años.

1858	2m335
1859	1 912
1860	1 872
1861	2 902
1862	1 823
1863	1 843
1864	2 586
1865	2 202
1866	1 410
1867	2 444
1868	2 448

Hace notar el Sr. Sartorius, que aunque no es tan grande la cantidad de agua, sí es muy conveniente su reparticion en el año para favorecer las explotaciones agrícolas: si en Marzo, acercándose el equinoccio, aparecen tempestades con buenos aguaceros, puede pronosticarse un año fértil; las siembras que se hacen en este tiempo se logran siempre. Si en Febrero se oyen truenos lejanos hácia la montaña, entónces faltan las tempestades equinocciales. «En el año de 1861 la cantidad de agua fué excesiva, de modo que en los terrenos pendientes los torrentes arrastraron las plantaciones con todo y tierra vegetal. La humedad del aire varía poco en todas las estaciones del año, y como término medio puede fijarse en 81°, segun la fórmula de Guyot.»

A las anteriores notas publicadas por el Sr. Sartorius, se acompañan los cuadros de observaciones practicadas en el Mirador en los años de 1867 y 1868. De estas tablas extractamos los siguientes datos:

1867

Temperatura média anual	20°58
Presion barométrica média	678mm56
Humedad relativa	83
Dias de lluvia en el año	172
Altura total de lluvia	2m444
Dias completamente nublados	155
Dias medio nublados	195
Dias despejados	15
Dias en que hubo Nortes en el Golfo	141

Frecuencia relativa de los vientos: Norte 18; N. NO. 1; NE. 66; E. NE. 113; E. 324; E. SE. 82; SE. 80; SSE. 14; S. 122; SSO. 97; O. SO. 9; O. 23; O. NO. 12; NO. 22; NNO. 2.

1868

Temperatura média anual	20°14
Presion barométrica média	678mm99
Humedad relativa	74.9
Dias de lluvia en el año	164
Altura total de lluvia	2m248
Dias completamente nublados	164
Dias medio nublados	175
Dias despejados	26
Dias en que hubo Nortes en el Golfo	183

Frecuencia relativa de los vientos: Norte 16; NNO. 2; NE. 102; ENE 166; E. 178; ESE. 40; SE. 134; SSE. 21; S. 80; SSO. 192; SO. 88; O. SO. 18; O. 79; O. NO. 19; NO. 14; N. NO. 3.

Estos datos ratifican la clasificacion que ántes habiamos hecho del clima del Mirador, atendiendo á las observaciones que personalmente practicamos en dicha hacienda. La temperatura média anual determinada teóricamente difiere en 2°18 de la que da el promedio de observaciones directas correspondientes á once años. Las observaciones de humedad relativa pueden estimarse como concordantes, y más aún las médias barométricas, pues la que determinamos en un dia de observaciones es 677mm9, y el promedio obtenido por el Sr. Sartorius y correspondiente á dos años es 678mm18, difiriendo ambas cifras solamente en 0mm28. Hacemos estas comparaciones para que se vea el valor que puede darse á las observaciones que, aunque en muy corto número, se han practicado en las localidades referidas; estimamos como una verdadera fortuna el haber encontrado un punto de comparacion tan respetable.

Estando tan próximo el Mirador de Huatusco y los terrenos anexos, y siendo tan semejante la orografía de esas localidades, lo dicho respecto de aquella hacienda puede aplicarse con muy pocas variaciones á una extensa zona de aquella region.

Reasumiendo todo lo expuesto, puede decirse que los terrenos de Huatusco y sus cercanías son notablemente accidentados y deben considerarse comprendidos en un escalon de las pendientes del *Citlaltepetl* y montañas anexas; que esos terrenos están constituidos por tierra vegetal, arcillo-humífera, arcilla ferruginosa y conglomerado basáltico apoyado sobre basalto compacto; que el clima es cálido y húmedo, siendo frecuentes y abundantes

las lluvias; que los terrenos se hallan á una altitud média de 1100 metros sobre el mar; que las tierras son fértiles y propicias, principalmente para cultivos de café, tabaco, caña de azúcar, maíz y morera para la cría de gusano de seda; que las superficies laborables son en su mayor parte de cortas dimensiones aproximadas y comprendidas sobre las lomas ó en sus pendientes, pudiendo buscarse á voluntad los terrenos descubiertos ó abrigados para variar los cultivos ó sus exposiciones.

Respecto á los medios de comunicacion para buscar centros de consumo á los productos que allí se cosechen, son actualmente poco favorables, atendiendo á lo accidentado del terreno; pero si se establecen las colonias en aquella region, se abrirán probablemente uno ó más caminos que, partiendo del centro poblado, terminen en las vias férreas ya establecidas.

Observatorio Meteorológico Central, Octubre 25 de 1881.—*Mariano Bárcena*, director.

TERRENOS DEL TIZAR.

La propiedad de este nombre es una estancia de la hacienda de Tortugas, perteneciente á los Sres. Lascurain. La hacienda abarca una grande extension de terreno, comenzando desde la costa del Golfo é internándose casi hasta la direccion de Jalapa. Esa gran faja de terreno comprende altitudes muy diversas, desde el nivel de la playa hasta las elevaciones de más de 1500 metros.

La parte del terreno que examinamos, es toda muy accidentada y uniforme en sus caracteres orográficos y geológicos: está constituida por lomas, cerros y cuchillas separadas por cañadas y barrancas más ó ménos profundas.

Todo el terreno es basáltico y está recubierto por tierra arcillo-humífera, ferruginosa, que en lo general tiene poco espesor en las partes elevadas y se aglomera en los lechos y *talwegs* de las cañadas y barrancas.

En el camino que seguimos para ir al Tizar, comienzan los terrenos de esta propiedad, desde las Peñas de los Apóstoles: el terreno presenta el carácter mencionado en toda la extension de

la via, y ésta desciende á dos hondonadas principales llamadas «Plan de Chalcoya» y «Paso del Rio Capitan.»

En las Peñas de los Apóstoles la altura absoluta es de 908.5 metros; en Chalcoya 650; asciende el terreno hasta la Puerta de Aguilar, donde la altura es de 804.8 metros, y luego baja con rapidez hasta el paso del rio, que sólo está á 547 metros sobre el mar. Vuelve á ascender el terreno y con ménos accidentes se extiende hasta la ranchería del Tizar.

De los Apóstoles al Plan de Chalcoya habrá una legua y cuarto; de allí al Rio Capitan, dos y média; y de ese punto al Tizar, cerca de tres leguas.

La descripcion del camino da idea del conjunto del terreno en aquella zona, atendida la uniformidad de caracteres orográficos y geológicos de que se hizo mencion.

Todos esos terrenos están bien cubiertos de pastos y tienen extensos bosques de encinos, en las partes elevadas, y de leguminosas y otras plantas propias de las tierras calientes, en las cañadas y barrancas.

El punto más bajo del camino es el Paso del Rio Capitan: allí se cultiva la caña de azúcar en los terrenos del lecho del rio y otros inmediatos.

A las diez de la mañana del 21 de Setiembre, la temperatura á la sombra, en el Plan del Rio, era de 25° centesimales, y el ozono marcaba 8° de la escala decimal. La humedad atmosférica es allí muy abundante, como lo demuestran las innumerables plantas falsas-parásitas que vegetan sobre los árboles: á la hora citada la humedad relativa era de 67 por 100.

La ranchería del Tizar está situada sobre una ámplia loma, casi plana en su parte superior: al N. y al N.O. hay cerros boscosos á muy corta distancia del caserío; por el S. desciende el terreno hácia el talweg de una barranca inmediata; y por el E. se encuentra la gran barranca de Actopan que se prolonga hasta el mar. Desde el Tizar se perciben la Tierracaliente, el Golfo y el puerto de Veracruz.

Insertamos á continuacion las observaciones meteorológicas que practicamos en el Tizar y sus cercanías, comparadas con las simultáneas de México.

EL TIZAR

DIA 21 DE SETIEMBRE DE 1881

HORAS	Temperatura	Humedad relativa	Barómetro á cero	Ozono	Notas
p. m.					
2	25°0	77	678.0	....	Poco nublado.
3	25 6	71	678.0	6°0	
4	25 0	74	677.8	5 0	
5	19 4	85	678.0	6 0	Brisa fresca.
6	18 9	85	678.2	....	Nublado.
7	18 3	87	679.0	2 0	"
8	18 3	87	679.5	0 0	Despejado.

DIA 22 DE SETIEMBRE DE 1881

HORAS	Temperatura	Humedad relativa	Barómetro á cero	Ozono	Notas
a. m.					
6	15°9	86			
7	....	....	679.3	5°0	
8	19 5				
9	21 5				
10	23 0				
11	25 0				
12 m.	24 0	....	....	....	Poco nublado.
p. m.					
1	26 0				
2	27 0	....	....	....	Viento Sur.
3	22 0	....	....	....	Viento Norte.
7	19 4	90	677.2	0 0	
8	18 3	91	678.2	0 0	

DIA 23 DE SETIEMBRE

HORAS	Temperatura	Humedad relativa	Barómetro á cero	Ozono	Notas
a. m.					
6	18 9	95	678.0	2 0	

MÉXICO

DIA 21 DE SETIEMBRE DE 1881

Temperatura	Humedad relativa	Barómetro á cero	Ozono	Notas
20°8	25	585.5	6°0	Cielo despejado.
21 8	21	584.9	6 0	" "
22 2	15	584.8	4 5	" "
21 9	13	584.7	4 5	" "
19 5	24	584.9	4 0	" "
17 3	29	585.5	4 0	" "
15 3	44	585.9	3 0	" "

Dia 22 de Setiembre

8°0	62	586.5	....	Cielo despejado.
10 0	....	586·6	3°0	” ”
12 3	....	....	....	” ”
13 5	....	....	....	” ”
16 0	34	587.2	5 5	” ”
19 0	28	586.4	5 5	” ”
20 0	22	586.2	3 0	” ”
20 5	21	585.6	5 0	” ”
21 6	26	584.9	6 0	” ”
23 3	18	584.6	6 0	” ”
18 4	34	585.1	5 5	” ”
16 5	45	585.9	5 0	” ”

Dia 23 de Setiembre

10°1	66	587.0	1°5	Cielo despejado.

OBSERVACIONES OZONOMÉTRICAS

Dia 22 de Setiembre

EN LOS BOSQUES DEL TIZAR				EN MÉXICO	
Horas	Lugares	Grados de ozono	Notas	Grados de ozono	Notas
a. m.					
9	Del Tizar á Llano de Colás.	8	Cielo despejado.	5.5	Cielo despejado.
10	De Colás á la Peña....	8	” ”	5.5	” ”
11	Bosque de la Peña........	6.5	” ”	5.5	” ”
12	Cerro de Monteverde	9.0	Poco nublado.	3.0	” ”
p. m.					
1	Rancho de Monteverde ...	7.0		5.0	” ”
3	” ”	9.0	Niebla.	6.0	” ”
4	De Monteverde á Colás ...	6.0	”	6.0	” ”
5	De Colás al Tizar..........	7.0	Limpio.	6.0	” ”

La altura del Tizar sobre el nivel del mar es de 1026.9 metros, y tomando en cuenta este dato, puede deducirse que la temperatura média anual que le corresponde es de 22°2. Atendiendo á la comparacion que hicimos entre la temperatura média deducida y la observada directamente en el Mirador, debemos considerar un poco alta la deducida para el Tizar, que debe disminuirse á lo ménos en 2 grados.

Las observaciones practicadas en el Tizar indican que la temperatura va ascendiendo gradualmente hasta las dos ó tres de la tarde en que llega á su máximum; las oscilacion el dia 22 fué de 12 grados, y bastó una ráfaga de viento N. para hacer bajar el termómetro 5° en una hora, entre dos y tres de la tarde.

El dia 22 de Setiembre, la mañana fué ligeramente fresca, lo mismo que la noche, dominando una temperatura agradable. Comparando las indicaciones termométricas simultáneas de México y del Tizar, dan diferencias hasta de 8°, y estas diferencias son más sensibles en el dia, pues en la noche casi se uniforman las temperaturas en ambas localidades.

La humedad relativa es bastante elevada en el Tizar, siendo la mínima observada de 71 por 100 á las 3 P. M. del 21; la máxima llegó á 91 á las 8 P. M. del 22 de Setiembre. Comparando esas observaciones con las simultáneas de México, se ve que la menor diferencia es de 24, y la mayor de 72 por 100.

La oscilacion barométrica fué poco sensible el dia 21, pues de 2 á 8 P. M. sólo llegó á $1^{mm}7$; el 22 estuvo más agitado el barómetro, anunciando un próximo temporal lluvioso, que se desarrolló tres dias despues en aquella zona. El mismo temporal se hizo sentir en el Valle de México y otras regiones del país: en México comenzó el anuncio de ese trastorno atmosférico desde el dia 20 y las lluvias aparecieron en el Valle el 23.

El ozono dió indicaciones altas durante el dia en el Tizar, disminuyendo ese gas durante la noche, y llega á faltar cuando la humedad relativa se acerca á la saturacion. Bajo los bosques de encinas, las indicaciones fueron notablemente altas y muy superiores á las simultáneas de México.

Segun los informes de los habitantes del rancho, la estacion de aguas se sistema en Mayo; la siembra de maíz se hace en Junio y la de cebada en Octubre.

Por lo expuesto, y atendiendo á la situacion geográfica y altitud del Tizar, puede clasificarse su clima como cálido-húmedo, sin llegar á ser molesto por exceso de calor.

Además, el terreno se encuentra á una altura que domina á las barrancas cercanas y á la gran cañada de Actopan que se extiende hasta el Golfo; desde el Tizar se percibe el mar y se sienten

sus brisas, vientos húmedos y temporales, los que refrescan la atmósfera y ocasionan en ella algunos trastornos.

La vegetacion es vigorosa en aquellos terrenos; las partes altas están pobladas de encinas y en las cañadas abundan las leguminosas, mirtáceas y melastomáceas. Las encinas están notablemente cargadas de plantas falsas parásitas, que viven especialmente de la humedad atmosférica.

Para formarnos idea más completa de aquella comarca, visitamos las posiciones de la Peña y Monteverde. En la primera el terreno es de igual carácter que el referido, y tiene una barranca ancha y profunda, donde están situadas las casas del rancho: en el fondo de la barranca hay agua permanente, y además un espeso bosque de encinas. En el punto llamado Cumbre de la Peña, la altitud es de 1251ᵐ5: á las diez de la mañana del 22 de Setiembre la temperatura á la sombra fué de 22° en ese punto.

De la Peña á Monteverde el camino está igualmente tendido sobre lomas, cerros y cañadas: la naturaleza del terreno es igual á la ántes referida, es decir, tierra vegetal arcillo-humífera de color rojizo, reposando sobre basalto compacto y á veces sobre diques traquíticos; el espesor de la tierra vegetal es semejante al referido, aunque es de advertirse que en esta region hay algunas lomas muy tendidas donde la tierra tiene regular espesor.

La ranchería de Monteverde está situada en la falda de un cerro, á la altura de 1,475 metros sobre el mar: domina su posicion una gran extension de terreno, y tienen acceso á este lugar las brisas y los temporales del Golfo.

A las doce del dia 22 de Setiembre, la temperatura á la sombra era en Monteverde 21°5 y la humedad relativa de 74 por 100: á las tres de la tarde el termómetro indicaba 20° y la humedad era de 82 por 100. A las 3 h. y 30′ P. M. llegó la niebla envolviendo completamente á aquellas montañas.

Inmediato á la ranchería Monteverde hay una barranca donde existe un manantial de agua potable y permanente: el 22 de Setiembre el gasto de ese manantial era de trescientos ochenta y dos litros al minuto.

Los vecinos del lugar informan que pasada la estacion de lluvias disminuye notablemente la cantidad de agua de ese vene-

ro. El agua brota en el talweg de un terreno detrítico en una forma de circo; es probable que haciendo una zanja trasversal en el terreno se descubra mayor cantidad de agua, que pudiera conducirse á varios lugares, atendida la altura á que se halla el manantial.

Tanto en las cercanías del Tizar como en algunas lomas y laderas de los terrenos referidos, hay plantaciones de maíz de regular aspecto.

Como la tierra es regularmente fértil y la humedad atmosférica muy abundante, se podrian elegir terrenos de posicion conveniente y en que el atierre fuera de buena profundidad, para hacer siembras en diversas épocas del año. En las cañadas y otros lugares abrigados se pueden hacer siembras de café y de tabaco: esta última planta podria tambien cultivarse en las lomas.

Los terrenos están bien empastados, y son propios más bien para criaderos de ganado; pero habria necesidad de hacer presas en algunos lugares apropiados para la provision de aguas, pues en general faltan éstas en la parte montañosa. El rancho del Tizar tiene una pequeña laguna hácia la parte N. del caserío, la cual se surte de las aguas pluviales.

Anexos á estas propiedades se encuentran otros terrenos que presentan altitudes muy variadas: entre las localidades que reconocimos nos pareció más notable el rancho de Sonsocomotla, situado en terrenos fértiles, abrigados y comprendidos entre los rios Colipeña y Capitan. En Sonsocomotla hay algunas tierras propias para el cultivo de la caña de azúcar y del café: algunos plantíos de este género se ven sobre planos que forman graderías á diversas alturas. En esta localidad hay agua potable, y aseguran que es permanente en todo el curso del año.

La ranchería está á una altura de $1008^{m}6$ sobre el mar: el lecho del rio Colipeña, sobre el camino, está á la altura de 974 metros, y el del rio Capitan á $991^{m}3$.

El rancho estará á 6 kilómetros de distancia del Tizar. A las 9 de la mañana del 23 de Setiembre, la temperatura á la sombra era en Sonsocomotla de 23°, la humedad relativa 80 por 100, y la presion barométrica $682^{mm}7$.

La vegetacion es vigorosa y tupida en los bajos de Sonsoco-

motla y terrenos inmediatos, dominando las plantas mirtáceas y las miricineas, especialmente el *myrtus arrayan* y la *mirica jalapensis*, de cuyas semillas se extrae la cera vegetal.

Observatorio Meteorológico Central. Octubre 25 de 1881.—*Mariano Bárcena*, Director.

Tengo la honra de adjuntar á vd., en cumplimiento de la mision que se sirvió conferirme, el informe relativo á las condiciones de habitabilidad de los terrenos del Estado de Veracruz recorridos con el objeto de establecer la colonia italiana.

La escasez de datos estadísticos adecuados, me impidió dar al asunto el desarrollo que su importancia requiere. Espero, sin embargo, que esa Secretaría verá en el mencionado informe, el propósito que he abrigado de ayudar con mi insuficiencia á una idea tan grandiosa para el porvenir de nuestra patria.

Protesto á vd. mis respetos y particular estimacion.

México, Diciembre 3 de 1881.—*Gustavo Ruiz Sandoval.*—C. Secretario de Fomento.—Presente.

La zona recorrida en el Estado de Veracruz, segun la determinacion del Supremo Gobierno, está comprendida en los cantones de Jalapa y Huatusco. La situacion topográfica de aquellas comarcas, dispuestas en anfiteatro sobre el ascenso desde el nivel del Océano á la Mesa central, dan variedad á las localidades observadas, aun cuando disten muy poco unas de otras, haciendo diferir el clima de cada lugar, segun su altura, exposicion, etc.

Usando de los datos físicos y meteorológicos recogidos y apreciados por el señor director del Observatorio Central Meteorológico, de los pocos que pude observar personalmente y de los que algunos viajeros ú obras me han proporcionado, intentaré dar cumplimiento á la mision que se me encomendó, de mirar las ventajas ó desventajas de aquella zona para dar instalacion á la colonia italiana que se halla entre nosotros.

En el canton de Jalapa recorrimos una parte de la hacienda de Tortugas, llamada el Tizar, que se proponia en venta. Más

próxima á Jalapa que al mar, esta localidad presenta en su clima mayor semejanza con esta poblacion que con las poblaciones más bajas; el Tizar se halla en la Municipalidad de Actopan, canton de Jalapa. Sin extenderme en las consideraciones de configuracion de terreno, etc., que ya se han hecho en el informe del Sr. Bárcena, recordaré aquí que el Tizar se halla á una altura de 1026m9 sobre el nivel del mar; que tiene una temperatura média anual de 20°2 centígrados; que su temperatura va ascendiendo hasta las dos ó tres de la tarde en que llega á su máximum, enfriándose despues sin llegar á una baja considerable; que la oscilacion de un dia en el mes de Setiembre fué de 12°, la diferencia entre dos dias consecutivos á horas iguales, fué: á las 6. A. M. de 3°9, á las 3. P. M. 3°6 y á las 8. P. M. fué idéntica. La humedad observada ha tenido por mínima á las 3. P. M. 71/00 y la máxima á las 8. P. M. 91/00. Es notablemente influenciado este lugar por los vientos del Golfo, pues una ráfaga de viento N. ha hecho bajar 5° la temperatura en una hora, al momento de la máxima. La oscilacion barométrica ha sido poco intensa, de 1 á 2 milímetros, y la cantidad de ozono alta durante el dia, disminuyendo en la noche hasta extinguirse al saturarse el aire de humedad: hay más oxígeno en los bosques. No tenemos datos sobre la altura de la lluvia, pero sé que son frecuentes y abundantes. Bañan estas localidades perfectamente las brisas del mar, al grado de ser oxidado el fierro de las ventanas en la ranchería, como se ve en el puerto.

El Tizar está colocado en una meseta casi desprovista de vegetacion, pero rodeado de barrancas y bosques de exuberante flora y constituyendo un país en extremo accidentado. Los terrenos, pues, no son planos, y aunque lo apuntado puede servir para caracterizar el clima, conviene decir que aquella localidad está compuesta por mesetas recortadas por barrancas más ó ménos profundas, que son el nacimiento de la barranca de Actopan; que hay alturas más elevadas, como la ranchería de Monteverde, que está á 1475m00, y que en el fondo de las barrancas alcanza á cerca de 900, donde corren las principales aguas, y circunscribiendo valles de una temperatura más elevada que el Tizar, propios para los cultivos de la zona tórrida.

La vegetacion de estos lugares es raquítica en las lomas, porque se hallan desprovistas casi de tierra vegetal; pero en las hondonadas, en las cañadas y en las pendientes no bruscas de la montaña, donde la base basáltica se halla cubierta de gruesa capa de arcilla ferruginosa y de humus, se ven formando tupidos bosques las leguminosas, gramíneas y compuestas, en las partes bajas; y estas mismas con las amentáceas, malváceas, rubiáceas, melastomáceas y coníferas, en las más y más elevadas. Los bosques son en algunas partes muy tupidos, por el desarrollo de lianas y de parásitas de todas clases, que dan á aquellas deliciosas comarcas ese encanto y belleza con que las dotó el Criador.

Despues de recorrer varios contornos de esta parte del canton de Jalapa, volvimos á esta poblacion, pasando puntos que presentaban muy análogas condiciones de clima á los ya enumerados.

Al canton de Huatusco entramos por la Estacion de Camaron, ascendiendo por Matlaluca, puntos de poca elevacion sobre el nivel del mar, y en la zona de la sabana, provista sólo de una escasa vegetacion de mimosas. En el rancho del Refugio, á una altura de 793 metros, entramos en los terrenos que se proponian al Gobierno en este canton; rápidamente se asciende á 1038 en la Cañada y el Súchil; á 1124 en Vallejo, y por fin, á 1213 en Huatusco. Se puede caracterizar la parte principal de esta zona con los datos que voy á trascribir, relativos á Huatusco y al Mirador que recorrimos despues.

Huatusco, cabecera del canton de su nombre, se halla tambien sobre el ascenso de la costa á la Mesa central, sobre un terreno tan quebrado, que ha hecho siempre difícil su comercio; el caserío de la poblacion es regular, y bien tiradas las calles, con 5 ó 6,000 habitantes. Puede estimarse, segun los cálculos del Sr. Bárcena, que la temperatura média anual sea de 22° y que no sea muy rigurosa en el verano, pues baja con gran facilidad el termómetro por efecto de la lluvia, el viento ó la humedad, cambios que se hacen frecuentes por su proximidad al Pico de Orizaba y por la influencia de los vientos de mar. La presion barométrica presenta pocas variaciones, que en los dias de observacion no llegaron á un milímetro, teniendo su mínima á las 5 P. M.; la cantidad de ozono fué poco considerable (4/10), y la humedad atmosférica abun-

dante (95/00), hasta constituir con mucha frecuencia la neblina. Los vientos dominantes, los del S.E.

La hacienda del Mirador, á cerca de cinco leguas de distancia del anterior, es una finca de importancia, situada en la misma posicion, en el ascenso de la montaña; está á unos 1,004 metros en la finca, teniendo en la estancia de Zacoapam 865, y en la sabana de 7 á 800 metros. Poseemos de esta localidad mayores reseñas meteorológicas, porque además de las recogidas por el Sr. Director del Observatorio, hay una serie de nueve años (1860 á 1868), observada por el Sr. Cárlos Sartorius, antiguo propietario de aquella finca. La temperatura asciende progresivamente desde la mañana hasta la siesta, bajando cuando se acerca la lluvia: segun los cálculos del Sr. Bárcena, comparando los datos recogidos sobre el terreno, con los simultáneos del Observatorio Central, la média anual es de 22°2, y segun Sartorius, de 20°02, oscilando las máximas entre 21°1 y 35°, y las mínimas entre 19° y 5°8. Este señor asegura que la máxima maximorum de 35 grados sólo dos veces se ha observado, siendo igualmente rara la mínima minimorum de 5 grados; señala como média para los meses de Noviembre á Febrero, 15°5; para Abril á Junio, 23°3; y para la estacion de lluvias 21°7.

La humedad relativa es considerable, de 67/00 á la una de la tarde, con máximum á las 5 P. M. La lluvia es considerable, segun Sartorius; pues por su observacion de once años (de 1858 á 1868), se ve que la altura mínima del pluviómetro ha sido de 1410 metros en 1866, y la máxima de 2902 metros en 1861. El número de dias de lluvia fué un año de 172 y otro de 164; el de dias nublados enteramente de 155 y 164; el de medio nublados de 195 y 175; el de despejados de 15 y 26.

El barómetro no presenta grandes oscilaciones; se advirtió una de $1^{mm}80$ entre 9 y 11 A. M.

El máximum de ozono que se vió fué de 6/10 á mediodia, disminuyendo á medida que la humedad crecia, hasta desaparecer en la noche.

Los vientos del E. son indudablemente los más frecuentes, viniendo en seguida los del E.N.E., y los Nortes del Golfo soplan con una frecuencia de 141 y 183 dias en dos distintos años.

La topografía de estos lugares es la misma que la ya señalada para el otro canton: mesetas y lomas en ascenso, cortadas por cañadas y barrancas de gran profundidad, que llevando las aguas á la zona de las sabanas, la conducen hasta el mar. La formacion basáltica como base, cubierta ésta de conglomerado tambien basáltico, encima arcilla, generalmente ferruginosa, y encima tierra vegetal en capa á veces muy gruesa, pero delgada en los terrenos escarpados.

La vegetacion es en la sabana escasa y limitada á mimosas y gramíneas; pero á medida que se asciende, vuelve á verse la exuberante y magnífica vegetacion ántes señalada, tomando en las cañadas el ropaje de la zona tórrida, y en las elevaciones el de la templada, llegando en Huatusco á algo del de la fria: los productos de la cultura se deducen de estas condiciones.

Las aguas son casi todas vivas en estas zonas, presentándose pocos lugares en donde las haya estancadas, y á no ser en las partes bajas, no se ven pantanos.

***

Por la ligera enumeracion de datos que acabo de hacer, puede estudiarse bajo el punto de vista de la habitabilidad, como una sola zona la extension recorrida, y la podemos dividir en dos regiones bien distintas: la de aquellos lugares que tienen una altitud desde el nivel del mar hasta mil metros, y la que pasa de esta altura. Dice el Sr. Sartorius que en nuestro país se acostumbra llamar tierra caliente á la zona comprendida entre 1 y 3,000 piés, tierra templada á la que está entre 3,000 y 5,000, y fria á la que pasa de esta altura. Si nos ponemos á considerar en cuanto á la temperatura, la zona que nos ocupa se puede dividir en tres climas: la parte comprendida desde la costa hasta el límite entre las sabanas y los primeros montes que no excede á una altura de 600 metros, tiene una temperatura média anual que pasa de 25° centígrados, y corresponde, segun los autores, al clima ardoroso de los trópicos; la que ocupa desde 600 á poco más de 1,000 metros, con una temperatura anual que está entre 20° y

25° es la muy caliente, y la que pasando de 1,000 metros, tiene una temperatura que pasa de 15° y no de 20°, es la caliente.

Pero no obstante que la temperatura es el principal elemento del clima, porque de él se deducen todos los demas, hay una consideracion especial á la zona elevada, el que es un clima propiamente marítimo. Esta consideracion lo hace diferir de la parte baja, y más especialmente de la zona intermedia entre la costa y la montaña, que es la que en el lugar se llama de *las sabanas;* tienen ambas, circunstancias que explican muy bien sus malas condiciones para ser habitadas y obligan á considerarlas por separado.

La parte de ascenso poco sensible ó de las sabanas, ocupa una faja que viene desde Texas y llega hasta el Istmo de Tehuantepec, en la costa del Golfo: su estructura geológica, como terreno formado por los detritus de las montañas, es de capa de arcilla, con base de la roca predominante de basalto, á corta profundidad. La poca capa de tierra vegetal impide la infiltracion de las aguas que vienen de las partes altas, y explica su gran resequedad y esterilidad consecutiva.

Si las lluvias cayeran con regularidad sobre las sabanas, quizá modificarian favorablemente su modo de ser; pero esto no sucede, y parece que esta extensa zona está cerrada á la civilizacion por la naturaleza misma. Hé aquí lo que á este respecto dice el Sr. Sartorius, perfecto conocedor de la climatología de estas comarcas:

«Generalmente empieza esta faja á unas 8 ó 10 leguas de distancia del mar, y tiene un ancho de 10 á 12 leguas, segun la configuracion de la superficie. En esta region llueve muy poco en la estacion de las lluvias, la sabana predomina, la vegetacion arbórea se reduce á grupos cortos en los bajos (matas) y á diferentes especies de acacias (huisaches, mezquites y otros). Los cactus, cysus y dasilyrium encuentran su suelo predilecto, y la agricultura no puede prosperar, cediendo el terreno llano y cubierto de grama á la cría de ganado mayor.

«La causa de escasez en las aguas debe buscarse en una ley física. Los vientos reinantes en tiempo de aguas, son el E. y el E.S.E. Estos llevan el aire cargado de agua hácia la Sierra Madre, donde las nubes se aglomeran y condensan. General-

mente á las dos de la tarde llega la saturacion al más alto grado y se forman tempestades que descargan con fenómenos eléctricos en la Sierra. La evaporacion que absorbe el calor, enfria el aire, y por consiguiente le hace más pesado, de modo que empuja las nubes, las cuales siguen su camino en la direccion del viento hácia el Oriente, en donde se repite la condensacion y el descargarse en las alturas de 4 á 2,000 piés, no bajando más, por mantener el equilibrio el viento del E. Esto acontece ya en la tarde; la accion del sol cesó: el aire frio de la montaña se precipita á la tierra caliente, impidiendo el curso de las nubes hácia el Oeste. En la costa prevalece el viento alisio; cerca de la media noche se condensan las nubes, estallan las tempestades, descargan los aguaceros extendiéndose al Poniente, hasta que el peso del terral no deja pasar adelante. Esto es á la altura de 1,000 piés, poco más ó ménos, de modo que esa desgraciada faja de las sabanas, ni de arriba ni de abajo recibe el beneficio de las lluvias.»

La parte aun más baja, la que forma propiamente la costa, está formada por los detritus de las montañas y las arenas de la playa, teniendo gruesa capa de tierra vegetal y á gran profundidad la capa impermeable, que es la roca basáltica de aquellas montañas. El agua torrencial que viene de las alturas y que no se ha encajonado en barrancas, y la de las copiosísimas lluvias que caen en casi dos terceras partes del año, forman extensos pantanos, cubiertos de una vegetacion acuática, grandes tembladeras donde el lodo, infecto por la descomposicion de las sustancias orgánicas, animales y vegetales que tanto abundan, cubre extensas llanuras y bosques, donde se hace casi imposible la vida del hombre que no sea indígena de esos lugares.

No sucede así en los sitios colocados más allá de 900 metros. Estas comarcas, francamente montuosas, tienen una temperatura tanto más agradable cuanto más se asciende; la vegetacion lujuriosa mantiene una humedad constante, y más aún la llegada de las brisas del mar. Por elevada que sea la temperatura, basta una ráfaga de viento de mar para bajarla en el acto. Ya se ha señalado ántes este fenómeno; la cantidad de lluvias se ha visto hasta dónde llega, y esa constante humedad de la atmósfera es el principal elemento de la bondad de este clima delicioso. Asen-

tado que la humedad atmosférica es considerable en aquellas regiones; que esta humedad mantiene una temperatura que suaviza, por decirlo así, aquella que por su latitud y elevacion le corresponderia; que los vientos dominantes allí son propios para bajar la temperatura; que la proximidad á montañas cubiertas de nieve dan el mismo resultado; que la presion atmosférica no presenta grandes variaciones; que la electricidad atmosférica sigue una marcha inversa á la temperatura y directa á la humedad, sucediendo igual cosa con el ozono, sobre todo en despoblado, se puede decir: que el clima de la zona situada arriba de 900 metros, aunque por su temperatura de más de 20° centígrados, deba ser clasificado entre los climas *muy calientes*, es por su carácter de clima marítimo un *clima caliente y húmedo*, puesto que «es tanto más húmedo un clima cuanto las lluvias son más frecuentes y más abundantes, cuanto el aire esté más saturado de vapor de agua por los vientos cargados de humedad al atravesar los mares....» (Lombard).

Las partes bajas, en donde no se pueden tener en cuenta las anteriores causas de modificacion, y cuya média anual pasa de 25° centígrados, pueden ser consideradas como *climas ardorosos*, siendo *húmedos* los de la parte de costa y *secos* los de la zona intermedia, ó de las sabanas.

***

Los datos que he podido adquirir sobre las enfermedades reinantes en aquellas regiones, hacen evidente el carácter netamente pantanoso de los terrenos bajos.

La constitucion médica de aquellas regiones es la malaria bajo sus más variadas formas, desde la intermitente simple que afecta carácter estacional, hasta la perniciosa y la caquexia palustre con infartos hepático y esplénico, y con la anemia propia de esta discrasia; hay tambien disenterias y diarreas de fondo pantanoso. El tipo de los habitantes de estas comarcas, indígenas ó europeos aclimatados, revela desde luego el impaludismo. Durante un año (1877 á 1878) hubo en el hospital de hombres de Veracruz, sobre un total de enfermos de 3,878, unos 1,189 atacados de afecciones

palustres, ó un 30.7/00; y en el de mujeres, en el mismo tiempo, sobre 1,651 enfermas, 337, ó un 20.4/00. En el hospital de hombres de Orizaba, en la misma época, 173 atacados, sobre 887 enfermos, ó un 19.5/00; en el de mujeres, de la misma ciudad, 55 atacadas, sobre un total de 264 enfermas, ó un 20.8/00; en el hospital de Córdoba, sobre un total de 437 enfermos, hubo 118 de impaludismo, ó un 27/00. La disenteria presenta en Veracruz corta proporcion, y mayor en Córdoba y Orizaba: son frecuentes tambien las hepatitis, más en Orizaba que en Córdoba y Veracruz. Los datos tomados de los hospitales pueden caracterizar, á falta de otros, las enfermedades dominantes de aquella zona, porque no habiéndolos en los pueblos, ocurren de todos los contornos á los hospitales de las ciudades.

Aunque estos males hacen ya mortífera la parte baja de la zona que estudiamos, su principal enemigo ha sido la fiebre amarilla. Esta enfermedad, temible por el número tan considerable de víctimas que lleva al sepulcro, lo es más por su predileccion para los que no son del país. Ataca, segun se ha observado, una pequeña extension del terreno próximo al puerto de Veracruz, de un modo propiamente endémico; pero hay, no todos los años, oleadas epidémicas de forma patológica más ó ménos diversa, que han llegado á puntos más ó ménos distantes de su foco. La altitud parece ser la mejor barrera que se la pueda oponer, pues aunque haya invadido lugares ya metidos bastante en el continente, no sé que haya pasado de la altura de 900 metros, segun los informes que he podido tomar de los médicos de aquellas localidades. Parecen muy especialmente expuestos á las invasiones epidémicas, los lugares adonde alcanzan las brisas del mar. Se ha observado recientemente en Córdoba una variedad de esta afeccion, que el Sr. Peña ha llamado *fiebre roja*, y que en mucho se parece al *Dengue* que se ve en Asia, África y las Antillas.

Estos ligeros datos permitirán concluir que esta parte de aquella zona es mortífera; y por consiguiente, en las condiciones actuales se debe considerar como enteramente desprovista de los requisitos de habitabilidad que debe tener un lugar para ser entregado á la colonizacion, por lo ménos á la de europeos.

Las partes elevadas, sobre todo las que pasan de 1000 metros

de elevacion, gozan, como hemos visto, de un clima del todo distinto. Allí las enfermedades dominantes son tambien las intermitentes, pero de forma muy benigna, atacando generalmente en las cañadas, sitios bajos, que á veces son pantanosos, y que pierden por este hecho las ventajas de las alturas, de recibir la influencia de los vientos de mar. De los hospitales cuyos datos poseo, el que mejor puede caracterizar esta zona es el de la ciudad de Jalapa: en el de hombres, durante un año, sobre un total de 254 enfermos, hubo 17 de intermitentes, ó 6.6 por 100; de disenteria y de hepatitis 9, ó 3.5 por 100. En el de mujeres, sobre un total de 146 enfermas, hubo de intermitentes 17, ó sea 11.6 por 100, y de disenteria y hepatitis 7, ó sea 4.7 por 100. Esto indica de una manera sensible la diferencia que hay entre las dos zonas.



No poseo datos numerosos sobre el movimiento de la poblacion en aquellos lugares, que me permitieran fijar con exactitud la vida média de sus habitantes. Debido es esto á que el sistema de Registro civil de nacimientos y defunciones no se halla aún del todo aceptado en las poblaciones pequeñas, quienes lo ven con indiferencia y sólo lo aceptan cuando la necesidad los obliga: el dato de nacimientos es tan falso, que hay poblaciones en donde no se asienta ninguna acta en el año: merece crédito el de las parroquias que intenté procurarme, pero que no ha llegado á mis manos, como se me ofreció. El de defunciones es más verídico, puesto que la administracion de los cementerios está encomendada á la autoridad civil. Me voy á servir, pues, del dato de defunciones y el de censo que tomo de la Memoria del Gobierno de aquel Estado, publicada en 1879 y correspondiente al año económico de 1878 á 1879; hago excepcion de los datos correspondientes al canton de Córdoba, porque el de defunciones está notoriamente errado; pues que sobre una poblacion de 38,267 habitantes, da en un año sólo 370 defunciones, lo cual es inadmisible aun en los climas más salubres.

Deduciendo la vida média de la fórmula acostumbrada para

buscar la poblacion de un lugar, de P=VD, en donde P es la poblacion, V la vida média de los habitantes, y D el número de defunciones, factores que indican el movimiento de la poblacion, tendrémos para investigar la vida média, $V=\frac{P}{D}$. Así pues, tenemos lo siguiente:

	Poblacion.		Defunciones.	Vida média.	
Canton de Veracruz..........	51,930	habtes.	—2,466	—21.0	años.
Idem de Orizaba.............	48,521	„	—1,386	—35.0	„
Idem de Huatusco	17,926	„	— 477	—37.5	„
Idem de Jalapa..............	55,029	„	—1,451	—37.9	„

Vemos aquí que la duracion média de la vida va aumentando con la altura, siendo muy corta en la costa, y con una diferencia de más de 16 años, en la zona de 1000 metros de elevacion sobre el mar. Aunque la poblacion de Orizaba está elevada, su canton, que es lo que se estudia, comprende lugares más bajos que los que componen los cantones de Huatusco y Jalapa. No son completos los datos anteriores; pero á falta de otros mejores, ellos dan idea de la salud que se goza en aquellos lugares.

De los mismos datos he deducido que la longevidad en el canton de Jalapa, es decir, el número de personas que pasan de 50 años, es de un 11 por 100 de la poblacion, en Córdoba de 8.3 por 100, en Veracruz de 7.6 por 100, en Orizaba de 6.1 por 100, y en Huatusco de 3.2 por 100. Repito que no se pueden deducir leyes de los mencionados datos; pero sí afirma esto el hecho de ancianos más que octogenarios que vimos por el Tizar, y prueba además, de un modo general, lo que es muy sabido, que en los climas tropicales donde la naturaleza exuberante y activa marcha tan aprisa en su desarrollo, se vive muy pronto y relativamente poco.

***

Los datos apuntados indican ciertamente que las partes elevadas de aquellas comarcas presentan condiciones propicias para la vida del hombre. Réstame considerar si el europeo se encontrará bien en estas condiciones, ó más bien, si los italianos llevados ahí podrán desarrollarse y prosperar en su salud.

En la zona montuosa de cerca de 1000 metros de elevacion,

que es la que nos debe ocupar, las cuatro estaciones son regulares; solo el invierno se alarga más miéntras mayor es la elevacion de los lugares; la temperatura de estío es disminuida por las brisas del mar, circunstancias que dan una periodicidad, una intensidad, una sucesion y variabilidad en los elementos meteorológicos, compatible con la salud. Como region tropical, teniendo en cuenta su altitud, esta zona es caracterizada, en cuanto á su influencia fisiológica sobre el hombre, por una pigmentacion ménos intensa que las partes muy bajas, hecho que llama la atencion de todo viajero, pues que se encuentran rancherías y poblaciones enteras donde el tipo de los conquistadores se conserva intacto, haciendo notable contraste con el resto del país; la anemia, tan pronunciada en la llanura, se hace aquí ménos sensible; las secreciones biliar y espermática, son aumentadas, lo que explica el aumento en la fecundidad y el temperamento de aquellos habitantes; la constitucion es más robusta, las contracciones musculares más enérgicas y la digestion más activa, condiciones que hacen á los habitantes de estas comarcas, superiores en energía física y moral á los de las llanuras subyacentes. El aire que en estos sitios se respira, es ménos cargado de oxígeno que al nivel del mar, pero hay cierta compensacion debida á la diminucion de temperatura: así, miéntras que en Veracruz á 0 metros de elevacion y con una temperatura média de 25° un litro de aire contiene 0 gr. 27,380, á una altura de 1000 metros y con 20° contiene 0 gr. 24,568 por litro, lo que hace exigir mayor actividad para introducir al pulmon la cantidad requerida de oxígeno en un tiempo dado: la humedad atmosférica favorece la respiracion en estos lugares.

Con tales condiciones de vida, podemos creer *a priori* que el italiano en lo general se encontrará en buenas circunstancias. Venimos refiriéndonos á la parte montuosa, y en ella los habitantes de la parte baja y pantanosa de la península hallarán condiciones ventajosísimas respecto á las que en su país disfrutan. De un modo general puede decirse «que las vastas llanuras regadas por el Po y sus afluentes, tienen una temperatura anual que se aproxima á la isoterma de 12°. En la cercanía de los Alpes, como en Turin, se aproxima á la de 13°, á medida que se

aleja del Occidente y gana el Oriente donde se encuentra lo isoterma 15°, en Venecia y en las riberas del Adriático. La region apenina mediterránea tiene una média anual de 16°, y la meridional é insular de 17°.» Las lluvias son en otoño. Italia es el país más fecundo de los países europeos: se le asignan 4.82 hijos por matrimonio; los hombres exceden en número á las mujeres. Es uno de los países donde la mortalidad es mayor, en Europa, pues tiene tres muertos sobre cien habitantes: la mortalidad mayor es en la infancia, pues mueren casi un cuarto de los nacidos ántes de llegar á dos años. La estacion más mortífera es el invierno, sobre todo en Piamonte y Lombardía; hay provincias de individuos muy robustos; pero otras de muy débiles, puesto que hay entre las causas que exceptúan del servicio de las armas 4/00 por debilidad de constitucion. Los afectados de papera, que con el cretinismo es signo de degradacion física, son en Lombardía y Piamonte de más de 50/00 de la poblacion. La vida média en Niza es de 29 años y en Aosta de 30; no tengo datos sobre la de otros lugares, pero se ve que esta vida média es menor que la de los cantones de Orizaba, Huatusco y Jalapa.

La enfermedad dominante en casi toda la extension de Italia es la malaria; puede llamarse el país clásico de ella y de donde ha tomado su nombre: las partes montuosas son más salubres que las bajas, y las inundaciones por los rios y las lluvias constituyen la causa principal: existen además fiebres biliosas, exantemáticas, diarreas, enteritis y afecciones de los órganos respiratorios. Tienen otra afeccion característica muy séria y generalizada, la pelagra; las escrófulas y el escorbuto existen en las regiones montuosas.

Se ve que, en lo general, el clima de la Italia es más bajo que el de la zona estudiada, lo cual pondrá á los colonos para aclimatarse, en la necesidad de exagerar algunas de sus funciones, como la traspiracion y exudacion pulmonar, viniendo despues alguna fatiga y tendencia al reposo. Esto, que pudiera hacer degenerar su vigor, será probablemente transitorio, porque la diferencia de temperatura no es considerable, y porque las condiciones de vida por la alimentacion buena y su prosperidad probable, los ha de mejorar. Recuérdese que la estacion fria es la

que causa en ellos más mortandad, y se comprenderá cómo ha de ser benéfico el calor moderado á constituciones en lo general debilitadas.

A esto debe agregarse que se encuentran aquí fuera de la mayor parte de las causas que traen en su país las enfermedades dominantes: la malaria, aunque existe, lo es en muy corta proporcion, como se ha visto; la pelagra es afortunadamente desconocida, y la papera es tan rara como desconocido es el cretinismo. Las condiciones de fecundidad parecen propicias.

Si esto no bastare, puede servir de confirmacion la buena salud que gozan en aquellos lugares muchos italianos, franceses y españoles de largo tiempo avecindados; su salud no puede ser mejor: y los alemanes radicados en Huatusco, oriundos de climas más frios, conservan muy buena salud, y en su descendencia no se ha perdido, cuando no ha habido cruzamiento, el tipo de la raza sajona.

De lo expuesto deduzco:

1º Que la zona baja de la costa no es propia para la colonizacion europea, por su pésimo clima y la existencia del vómito endémico.

2º Que la zona intermedia de ménos de 900 metros no es propia tampoco para la colonizacion europea, por sus malas condiciones de clima y por ser susceptible de presentar el vómito epidémico.

3º Que la zona de 1000 metros para arriba es enteramente apropiada para la colonizacion italiana.

4º Que igual cosa puede decirse para la colonizacion europea, en general, en esta zona.

5º Que seria de desear se investigaran las modificaciones que el clima ha traido en las diversas colonias europeas que hay en el país, y

6º Que seria tambien de desear se investigara qué clase de colonos convienen á las fértiles zonas de la costa.

México, Diciembre 3 de 1881.

GUSTAVO RUIZ SANDOVAL.

INFORME

SOBRE LA

EXPLORACION HECHA EN EL CANTON DE JALAPA

con el objeto de examinar

SUS TERRENOS CARBONÍFEROS

PRESENTADO

A LA SECRETARIA DE FOMENTO

Por el Ingeniero de Minas que suscribe.

Señor Ministro:

La nueva extension de terreno que por disposicion de vd. acabo de recorrer, y que en desempeño de la comision especial que se sirvió confiarme, he tenido ocasion de examinar, debe, en mi concepto, como todos los estudios que con un objeto determinado se emprenden y se sostienen con la debida constancia, encerrar algun nuevo dato que tal vez contribuya á la resolucion del interesante problema científico é industrial planteado por una de las necesidades más urgentes de la época, y en cuya solucion ha tomado una parte tan activa y tan directa la Secretaría del digno cargo de vd., que es el centro de accion en el movimiento extraordinario que caracteriza nuestro presente.

Aún no se fija, ni se puede fijar aún, el papel que los yacimientos de carbon desempeñan en nuestras formaciones geológicas, ni la verdadera expectativa que presenta su explotacion á la industria; pues la existencia bien comprobada de extensos é interesantes depósitos en algunas partes, y la vaguedad é insignificancia que se ha podido reconocer en otras, son dos resultados aparentemente contradictorios, que proyectan la duda sobre la cuestion que con ellos se ha tratado de resolver, con tanta más

razon, cuanto que en apariencia prestan un grande apoyo á opiniones encontradas.

La circunspeccion y el buen juicio, elementos de tan notoria necesidad en las apreciaciones científicas, aconsejan acumular los datos que va ministrando el estudio comenzado apénas, reservando sus consecuencias para cuando esté suficientemente adelantado, y aprovechando sus descubrimientos en la escala de su importancia.

Más de una vez, Señor Ministro, he aprovechado, al dirigirme á vd., la ocasion que se me ha presentado propicia, para consignar la necesidad de fundar las consecuencias definitivas sobre los hechos geológicos; y así por esto, como por fijar en cuanto es posible, las relaciones naturales de los criaderos carboníferos, y por sujetarme en todos los casos idénticos á las instrucciones que al principio se sirvió darme esa Secretaría, debo comenzar por el exámen geológico de las regiones exploradas.

Abundan en Jalapa y en sus alrededores las huellas de los fenómenos geológicos de que esa parte de nuestro territorio ha sido teatro; y en sus múltiples y variadas manifestaciones, nos presentan ya una dificultad que vencer, ya una maravilla que admirar, y siempre un dato seguro que tomar como elemento de estudio, como fundamento de un juicio, ó simplemente como apoyo de una opinion.

A cada paso se presentan los caractéres de la formacion sedimentaria, y á cada paso se descubren los agentes de la erupcion; y este concurso de circunstancias heterogéneas en su orígen, ofrece, á lo ménos en algunas de sus fases, un campo nuevo á la vez que interesante, para la observacion y para el estudio.

En efecto, al primer golpe de vista lanzado sobre dos de los puntos principales que toqué en mi expedicion á los terrenos carboníferos que son el objeto de este Informe, se descubren en Perote y en Jalapa, centros geológicos de positivo interes, y cuyo estudio detallado deberia ser el objeto de una Comision especial, dos clases de terrenos esencialmente distintos por su naturaleza, y que hacen sensible esta distincion por sus manifestaciones: los terrenos de orígen ígneo y los terrenos de orígen sedimentario.

A estas diferencias esenciales y genéricas que determinan dos

grandes grupos en una clasificacion geognóstica, se pueden y deben agregar otras igualmente visibles, que constituyen interesantes subdivisiones; correspondiendo á los terrenos ígneos, el sistema de los basaltos, pórfidos y traquitas, y el sistema volcánico propiamente dicho, que los geólogos distinguen y en sus clasificaciones separan de las manifestaciones eruptivas antiguas; y comprendiendo los terrenos sedimentarios, las rocas sedimentarias propiamente dichas, cuyo exámen estratigráfico y litológico descubre la regularidad de una sedimentacion normal, y las rocas formadas accidentalmente bajo las aguas, merced á fenómenos puramente locales y que no se pueden referir con exactitud á un período geológico determinado. Como tipo de las formaciones ígneas de la primera clase, mencionaré el notable cerro llamado antiguamente Montaña cuadrada (nauhamcatepetl), por la forma regular de la roca que corona sú cima y que hoy es generalmente conocido con el nombre de Cofre de Perote; y como tipo de las pertenecientes á la segunda, el cerro de Macuiltepec.

Los detalles conducentes á una descripcion geológica, los consignaré en la reseña de mis exploraciones, juntamente con la descripcion topográfica que presentaré, con el objeto de dar una idea de la posicion que ocupan, y las circunstancias en que se encuentran los terrenos explorados.

Veinte kilómetros al N.O. de Jalapa, y á una altura sobre ésta de 266.40 metros, está la Municipalidad de Tlacolulan, á la que, por un camino cómodo y poco quebrado, que sólo en el tramo comprendido entre Jalapa y la Banderilla es carretero, se llega pasando por los terrenos de la hacienda de Lúcas Martin, cuya finca queda al E. del camino; el rio de Sedeño, á cuya orilla existe un antiguo paraje de carros, y cuyas aguas son de calidad superior; la Banderilla, poblacion de importancia, estrecha y larga, que se extiende en el sentido del S.E. al N.O.; Piedra de Agua, Rio de Tiapa, Los Linderos, límite entre las municipalidades de Jilotepec y Tlacolulan, Malpais de San José, ranchería de Tenzonapa y Cantarranas.

En todo el trayecto ocupado por estos puntos, y otros intermedios de poca consideracion, que por lo mismo no merecen mencionarse, las rocas visibles así en el camino como en los cortes

naturales, son la pizarra íntimamente mezclada y profusamente cubierta por la arcilla ferruginosa y el basalto escorioso que á menudo tendré ocasion de citar.

El lugar en que se encuentra esta municipalidad, notable en los anales revolucionarios de la República, está limitado por extensas cordilleras de montañas, sobre las cuales se abren las veredas que constituyen los caminos, incómodos en todo tiempo á causa de los accidentes que naturalmente presentan, y peligrosos en la estacion de las lluvias por la capa de arcilla que los cubre, formando una película delgada á causa del deslave producido por el paso constante de las aguas, que corriendo por laderas fuertemente inclinadas, alisan sin cesar la roca que presenta una una superficie endurecida, donde resbalando el pié no se detiene.

A esta circunstancia, que en la mala estacion hace tan difícil el paso por estos caminos, se agrega otra, producida por un fenómeno de fácil explicacion, que varias veces tuvo lugar á mi vista y que los hace casi intransitables, pues los reemplaza á veces por abismos casi inaccesibles. Las rocas basálticas, cuya forma pseudo-regular es bien conocida, y las pizarreñas cuya textura en lajas les es general, se encuentran, en sus respectivos casos, reunidas entre sí por una pasta arcillosa.

Bien conocidos son el poder higrométrico de la arcilla por el que esta pasta absorbe el agua que la rodea, esponjándose y separando las lajas cuyo contacto determina, y su propiedad de contraerse por la elevacion de temperatura, en cuya contraccion deja separadas y abandonadas á su propia pesantez ó á una cohesion relativamente insignificante, las masas desunidas.

Cuando éstas no están suficientemente apoyadas en su base, ó son alteradas por alguna causa de desequilibrio como un fuerte huracan ó el paso de una cantidad de agua considerable, no pueden sostenerse y caen formando extensos derrumbes. A este fenómeno muy general, cuando sopla un fuerte Norte, se sigue en algunos casos otro que, aunque aterrador por los accidentes que suele traer consigo, es interesante y bello en sus manifestaciones.

Las masas montañosas en que se verifican las alteraciones que acabo de señalar, están en algunos casos ocupadas interiormente

por masas de agua, más ó ménos considerables, y sometidas á presiones más ó ménos fuertes. Dichas masas se conservan en equilibrio por la resistencia de las rocas que las detienen; pero cuando estas resistencias, por los derrumbes indicados, disminuyen hasta ser insuficientes para contrarestar la presion interior, el líquido sale por los orificios que tales derrumbes le proporcionan, formando cascadas más ó ménos abundantes. Este fenómeno, que tuve ocasion de presenciar, por el temporal que se desencadenó durante el tiempo de mis excursiones, lo designan los prácticos del lugar de una manera muy significativa y verdaderamente gráfica: dicen que el *cerro ha reventado en agua.*

Los principales cerros de esa cordillera, son: el Divisorio, que es uno de los más notables de Jalapa, al Norte; el de Etlantepec, al N. E. y al E., y al O. el de la Tierra Blanca.

En el segundo de estos cerros y á una distancia de Tlacolulan de 5,300 metros, está la ranchería llamada de Etlantepec, situada en el fondo de una cañada, que se forma por el concurso de las vertientes principales de los cerros que constituyen la cordillera de este nombre. La masa de estos cerros, determinada casi en su totalidad por las rocas piroxénicas, presenta un tipo perfecto y un ejemplar claro de la formacion basáltica, cuya roca dominante, que en muchos casos suele ser la única, es la lava compacta y piroxénica conocida con el nombre de basalto.

El primer carácter que se reconoce, tanto en el exámen general de los cerros, cuanto en el particular de las rocas que forman su masa, es la uniformidad de su aspecto, si bien las rocas estudiadas en sus detalles presentan algunas diferencias mineralógicas de poca importancia, ó geognósticas que están relacionadas con el fenómeno de la erupcion.

En la descripcion particular de cada uno de los ejemplares presentados, haré notar estas diferencias. La uniformidad en el aspecto general de esta formacion, se explica muy fácilmente: los elementos que en la formacion basáltica la destruyen, son las deyecciones propias de la erupcion, que se presentan bajo la forma de escorias ó cenizas, y las rocas de agregacion producidas por el concurso de todas las rocas existentes en el momento del fenómeno. Pero la presencia de estos elementos sólo es visible en el

foco de la erupcion y cerca de él, y sólo accidentalmente y siempre en una escala menor, á la distancia.

La naturaleza de mi comision y la necesidad de localizar mis trabajos en determinados puntos, no me permitieron abarcar con mis exploraciones una zona suficientemente extensa para fijar el centro ó foco de la erupcion; pero limitándome á los lugares que tuve necesidad de ver, creo que dicho foco se encuentra en el punto llamado «Las Vigas.»

La ausencia de estos elementos de alteracion no es absoluta en el sitio á que me estoy refiriendo; pues algunas rocas presentan el vidrio que forman las escorias, y las arcillas deleznables y plásticas se dejan ver en diferentes partes.

Teniendo á la vista el hecho de que el basalto imprime su carácter especial á la formacion que determina, y recordando la naturaleza de su orígen y los fenómenos acompañantes de su aparicion en la superficie, se pueden considerar tres modos de ser principales: unas veces las lavas basálticas se acumulan sobre sí mismas ó al rededor de un punto dado, y constituyen masas aisladas de forma generalmente cónica; otras vienen á dislocar las capas horizontales que se oponen á su salida, ó á colocarse sobre ellas como en su propio lecho, y entónces forman valles más ó ménos extensos cuya estructura es la de varias capas basálticas sobrepuestas, como sucede cuando el fenómeno se verifica con la regularidad que ha sido necesario atribuirle para señalarlo, ó alternadas con capas de rocas extrañas, como cuando dicha regularidad no es tan perfecta; otras veces, en fin, las corrientes siguen una direccion determinada, formando, al consolidarse por el enfriamiento, meras vetas cuyo espesor es á veces muy considerable.

De dichas tres formas de emision, que no son exclusivas de los basaltos sino comunes á toda materia fluida que se abre paso al través de las capas terrestres y se desparrama en la superficie, las dos primeras se encuentran en el lugar á que me refiero, y las he consignado de una manera especial, y me atrevo á llamar sobre ellas la atencion, porque son el fundamento de una de mis deducciones técnicas de más inmediata aplicacion á la práctica.

La ligera teoría que he señalado al referir el fenómeno que ha

dado orígen á la formacion estudiada, es, segun lo hice notar, comun á todas las emanaciones de las materias que se encuentran en el mismo estado de fluidez; sin embargo, en la formacion que nos ocupa presenta caractéres especiales, que á la vez que la relacionan con el fenómeno de la erupcion de una manera más inmediata, permiten reconocerla más prontamente, y con más precision y facilidad.

El primero de dichos caractéres, que me limitaré por ahora á mencionar, reservándome el tomarlo en consideracion para cuando me ocupe de la localidad en que se presenta, es el de la estructura pseudo-regular, que da á los basaltos una forma comparable á la cristalina, que parece estar sujeta á leyes fijas; y el segundo, el apartamiento y el aislamiento de los productos de la erupcion.

Fijándome de preferencia en este último, por ser el de inmediata aplicacion, haré notar un hecho curioso á la vez que característico de las emanaciones basálticas.

Cuando se observa el modo con que se producen y el fenómeno con que se manifiestan las corrientes de lava, se ve que todas se acumulan al rededor de un mismo centro por erupciones intermitentes; pero en la produccion de los basaltos no sucede lo mismo, pues estas rocas afectan una tendencia continua á diseminarse.

Los centros de salida, ó por mejor decir, los orificios de emision, están desparramados y distantes, sin sujetarse á otras relaciones que á las que fijan su direccion, que tampoco es rigurosamente constante; y en tal virtud, las masas emitidas por la accion volcánica y solidificadas por la accion atmosférica, forman montañas y colinas, á veces muy considerables, que en nada se asemejan á las acumulaciones anteriormente mencionadas.

Al encontrarme en el centro de una formacion basáltica, que se extendia delante de mí como un espacioso campo para las investigaciones geológicas, susceptibles de apoyarse en los principios geogénicos, no pude perder de vista uno de los más interesantes problemas que se presentan en el estudio de estas formaciones: el que tiene por objeto fijar el modo de emision de las rocas que las constituyen: tres son, segun las teorías más admitidas y los hechos mejor comprobados, estos modos de emision de los basal-

tos ó de su aparicion en la superficie de la tierra: primero, por el derrame de la lava fluida en un principio y consolidada despues; segundo, por la inyeccion de la misma lava en las rocas que con anterioridad existian, quedando cubierta despues de su solidificacion por estas rocas, y descubierta en seguida por los deslaves y desagregaciones causadas por los agentes de erosion; y tercero, por la perforacion de las rocas existentes ántes del fenómeno y la acumulacion de las lavas al rededor del cráter de salida.

Como los principales datos de que la ciencia dispone para la resolucion de este problema, consisten en las relaciones de la estructura de las masas basálticas con la marcha seguida por el enfriamiento, y segun lo que ántes hice notar, dicha estructura no es visible en la region de que me ocupo, no me creo en aptitud de fijar la solucion verdadera: aventurando, no obstante, mi opinion particular, fundada en el exámen de los hechos que tuve á la vista, diré que estas rocas han aparecido por el derrame de las lavas y la perforacion que éstas hicieron en la roca superior, acumulándose al rededor del centro de salida. Esta simple hipótesis viene á ligar el doble orígen que por ella se explica, con el período de esta formacion. Es bien sabido que durante el período de la formacion basáltica han aparecido rocas piroxénicas particulares, las que en los límites extremos de este período, están ligadas con los productos de las formaciones inferiores y superiores; y este lazo de union, confirmado por los hechos, se manifiesta de dos maneras distintas: geognóstica y mineralógicamente.

En el primer caso, se ve alternar el basalto que, como se sabe, es una roca piroxénica, con el pórfido, que es una roca feldespática y de la que tuve cuidado de recoger y tengo el de presentar, una muestra bien caracterizada y definida.

En el segundo caso, se reconocen los basaltos más antiguos, en que están cargados de feldespato y son pobres en olivino; y esta proporcion relativa de las dos sustancias esenciales, se ve tambien comprobada en los ejemplares adjuntos.

Dichas proporciones establecen el paso de los basaltos á las traquitas; paso que en algunos casos está con claridad definido,

miéntras que en otros da lugar á una confusion que no permite definir á primera vista si la roca en que se presenta es una traquita ó un basalto.

La duracion del período basáltico que, comparada con la de los períodos sedimentarios, es relativamente corta, considerada de una manera absoluta puede calificarse de larga, en cuanto á que en lo general no se manifiesta por una erupcion determinada, sino por varias erupciones intermitentes; y en el caso actual, el período considerado parece no constituir una excepcion de esta regla.

En efecto, cuando se examinan las diferentes masas basálticas que parecen constituir el tipo de la emision, y se estudian los caractéres que presentan, no sólo de una manera absoluta, sino comparándolas entre sí, se notan diferencias que no pueden ser accidentales, así en la direccion de las emisiones como en la naturaleza de las rocas acompañantes, y aun en los resultados producidos por la accion erosiva de las aguas.

En vista de semejantes diferencias, puede asegurarse que la formacion basáltica, que con tanta claridad se presenta en los terrenos estudiados, ha aparecido por varios períodos sucesivos.

Fijando los hechos que, examinados en concreto, dan á conocer la naturaleza de las rocas y de los terrenos, y generalizados son la esencia de las deducciones consignadas, me detendré en la descripcion mineralógica particular de las rocas que acompañan á este Informe, y son típicas en los terrenos de que fueron recogidas.

La formacion dominante en la cuesta que constituye el camino de Etla á Etlantepec, está representada por la roca cuyo tipo se ve en el ejemplar marcado con el núm. 1.

Este ejemplar es un basalto escorioso en cuya superficie se encuentran oquedades, alargadas en un sentido determinado, y tapizadas por pegaduras de hornblenda basáltica. Contiene cristales de feldespato que, aunque abundantes, se hallan muy diseminados en su masa, y de trecho en trecho deja ver partículas cristalinas de olivino.

Cerca de este basalto, no se encuentra roca alguna de naturaleza feldespática.

Segun estos caractéres, es decir, la poca cantidad relativa de feldespato, la presencia del olivino y la distancia á que se halla de las rocas que forman su límite inferior ó superior, debe inferirse que este basalto no pertenece á una formacion de las más antiguas.

Ascendiendo hácia el cerro que en uno de sus lados forma la cuesta, se reconoce su masa constituida por la misma roca, en la que las modificaciones que se presentan respecto de la anterior, son verdaderamente secundarias: en nada alteran su esencia ni sus condiciones geognósticas, y sólo revelan una accion diferente en el enfriamiento, pues la textura es más compacta, la superficie ménos escoriosa, y las oquedades más pequeñas y regulares. Tales modificaciones están visibles en el ejemplar núm. 2.

En la direccion del N.E., despues de una ligera interrupcion poco sensible por confundirse en apariencia con los valles que los cerros forman en sus faldas, se vuelve á ver la formacion basáltica, representada por la roca núm. 3.

Aquí la textura es más compacta, la superficie igual, y sólo parcialmente escoriosa; los cristales de feldespato son tan abundantes, que casi cubren la masa, y cerca se encuentra el pórfido que despues describiré.

Estos caractéres revelan que el basalto en que se presentan, es de un período anterior. En su límite se extiende en grandes lajas de poco espesor, que en su conjunto semejan una estratificacion en capas. Los demas caractéres son los mismos, como se ve en el ejemplar número 4.

Cerca de estas lajas se encuentran, formando agrupamientos montañosos, que ocupan las partes más salientes, las rocas traquíticas, cuyo tipo se ve en el ejemplar número 5.

Examinando la colocacion relativa de esta roca con la anterior, se descubren los caractéres estratigráficos que ponen fuera de duda la anterioridad de la traquita respecto del basalto.

Bien definidas se encuentran las rocas feldespáticas de que ya se hizo mencion, representadas por el pórfido del núm. 6.

Este pórfido, de base de jaspe, contiene diseminados en su masa, cristales pequeños de feldespato vidrioso y partículas cristalinas de anfíbola.

Su color es azul violado claro, su textura concóidea, su superficie escabrosa, y su olor de arcilla muy marcado.

En cuanto á la edad relativa de este pórfido, está bien caracterizada su anterioridad respecto del basalto.

La necesidad de localizar mis reconocimientos en determinados puntos, no me permitió extenderlos á toda esta formacion, para abarcar todas sus particularidades: en la serie de este Informe volveré á ocuparme de ella, pues tuve ocasion de volverla á examinar.

Circunscribiéndome por ahora á los puntos en que los yacimientos estudiados se encuentran, tomaré desde luego como centro para mis referencias topográficas, la Congregacion llamada de Etlantepec, que da el nombre á los puntos en la descripcion anterior mencionados, y que está situada 5,300 metros al N.E. de Tlacolulan, en el fondo de una cañada rodeada de cerros, entre los que se encuentra el llamado de «La Purísima.»

La masa de este cerro la constituye la roca representada por el núm. 7, y consiste en una pizarra arcillosa muy descompuesta por el contacto constante del agua, sin embargo de lo cual conserva su estratificacion con toda claridad.

Esta consiste en lajas pizarreñas, cuyo espesor medio es de 20 centímetros y cuya direccion general es de N.E.-20°-S.O., colocadas casi verticalmente en la falda, y disminuyendo su inclinacion hácia la cima. Esta pizarra está en parte teñida por el óxido de fierro, y pertenece al piso inferior.

En una extension relativamente corta, la descomposicion de la roca está más avanzada, su estratificacion es ménos perfecta, y su masa se halla impregnada y teñida por el carbon.

Estos caractéres, que se ven en el ejemplar marcado con el número 8, indican el yacimiento del carbon que se tomó por el criadero.

Las primeras excavaciones hechas en este punto, descubren una especie de manto leñoso, en el que la madera parece haber sufrido un principio de carbonizacion, irregularmente distribuido en la masa; pues hay partes en que los caractéres propios de la madera se conservan casi en su totalidad, y otras en que han desaparecido casi por completo. Tales diferencias pueden apre-

ciarse en el ejemplar marcado con el número 9, cuyo yacimiento tiene 1,800 metros de altura.

Aunque la posicion de estas masas no constituye un carácter de importancia, haré observar que se extienden en la direccion del E. al O.

Ochocientos metros al S.O. de este punto, sobre una roca que parece ser un pórfido arcilloso muy descompuesto, está un manto de carbon, cuyo espesor medio es de 70 centímetros, su direccion de N.O.-80°-S.E., y su inclinacion de 20° al S.O.

Existen diversos hilos que alternan con la roca, y ésta se halla impregnada de carbon y teñida por él.

Este yacimiento se encuentra á la orilla del arroyo, y está constantemente cubierto por el agua.

En lugar separado presentaré el estudio de este carbon y de los otros pertenecientes á los demas yacimientos.

Inmediata á este punto se encuentra la Ranchería llamada de «El Arellano,» por cuya razon se designan con este nombre las excavaciones hechas para la exploracion de los yacimientos carboníferos. La altura absoluta de éstos es de 1775.50 metros.

Otra de las rancherías inmediatas á la localidad á que se hace referencia, es la conocida con el nombre de «Los Ranchillos;» y 500 metros al N.O. en la falda del cerro del mismo nombre, está descubierto otro manto. El sitio en que tiene su yacimiento se llama Huichila, y su altura es de 1950.75 metros.

En toda esa region existen hilos carboníferos que alternan con la roca, y cuyo espesor varía entre 7 y 12 centímetros, teniendo una direccion general de E. á O.

Como obra de investigacion, y tal vez para explotar esos hilos á mayor profundidad, los descubridores abrieron en la parte del N. un socavon, que sigue del N. al S., y alcanzó una profundidad de 44 metros. Su seccion es de 1.25 × 1.70, y á los 36 metros hay un crucero al E.

Ningun indicio de los yacimientos buscados se descubre en esta obra, que me permitió, sin embargo, reconocer la naturaleza de la formacion.

La roca que la determina consiste en la pizarra arcillosa de transicion, de hojas gruesas, teñida por los óxidos de fierro y

manganeso, y algo alterada por el agua que abunda en el socavon y cuyo contacto soporta constantemente. Una muestra de esta roca se ve en el ejemplar núm. 10.

En el plan del socavon, la roca está notablemente alterada, habiendo perdido su dureza, textura, lustre, etc., y asemejándose á una masa de arcilla ligeramente endurecida. Ejemplar núm. 11.

El núm. 12 representa la misma roca extraida del cielo del mismo socavon. Las alteraciones son en ella ménos marcadas; el color es más claro, no se ven huellas del manganeso, y el óxido de fierro al mínimo la tiñe ligeramente.

En la parte del N. está el rancho de Blanca Espuma,[1] y 2,500 metros al N.E. se eleva el cerro de «El Cuervo.»

La masa de este cerro es la pizarra metamórfica de la naturaleza de los ejemplares marcados con el núm. 13, recogidos de la falda S.O. del cerro.

Al fijar la atencion en estas rocas, debemos hacer notar que la accion metamórfica obra en general de dos maneras diferentes, presentándose, por lo mismo, bajo dos distintas manifestaciones: unas veces abraza grandes extensiones de terreno, y otras parece estar localizada en determinadas zonas. Este segundo caso es el que corresponde á las rocas presentadas, cuyo simple exámen mineralógico permite observar los efectos del metamorfismo, localizados en la masa y representados por el aspecto cristalino, cerca del cual se encuentra la pizarra con sus caractéres propios, si bien algo endurecida.

En uno de los ejemplares que presento, se distingue una esquina saliente del octaedro, con sus tres caras y sus tres aristas, descubiertas en una longitud de algunos milímetros; tal vez este cristal sea una epigenia del fierro.

Como confirmacion de que el fenómeno del metamorfismo está localizado en la roca, se puede presentar la del ejemplar número 14, en el que no hay indicio alguno de cristalizacion, y en el que la pizarra conserva sus caractéres propios de roca sedimentaria. Este ejemplar fué recogido del mismo cerro á 80 metros al N.O.

1 Al S.E. de Actopan hay otra ranchería del mismo nombre, de la que haré mencion despues.

del punto donde se tomó la anterior, y á la altura de 1951.25 metros.

Sobre dicha pizarra metamórfica existen unos hilos de carbon, de 5 á 20 centímetros de espesor; se extienden en la direccion N. O.-35°-S. E., y descansan sobre la pizarra del núm.15, que difiere de la masa general en que la textura pizarreña ha desaparecido por completo.

El cerro en la parte de donde estas rocas fueron recogidas, y donde los hilos de carbon fueron encontrados, forma un acantilado vertical, y por su cima da paso á las aguas que en su caida forman una cascada de 45 á 50 metros de altura, y corren en seguida por un arroyo que se extiende al pié y tiene la direccion média de N.E.-20°-S.O.

En diferentes puntos de esta cañada se descubren las rocas ígneas que han aparecido en la erupcion, y que tal vez son las que la han determinado. No me es posible fijar este punto, de poco interes para el asunto objeto de mi reconocimiento; y surge la duda, porque la proximidad relativa del basalto, hace suponer que esta roca haya sido el agente de este levantamiento, y la presencia del pórfido inclina á atribuir dicha accion á esta roca primitiva.

Los ejemplares marcados con el núm. 16, son estos pórfidos feldespáticos ligeramente arcillosos. Los compuestos elementales están algo confusos, por la pequeñez de su tamaño y la intimidad de su mezcla; contribuyendo no poco á esta confusion la naturaleza de su yacimiento que imprime al conjunto un aspecto pseudo-pizarreño.

La textura reciente hace desaparecer esta doble causa de confusion, por la naturaleza del grano y por la figura de los fragmentos.

En las caras de contacto de esta roca, se extienden pegaduras de óxido de fierro que en algunas partes tienen un milímetro de espesor.

El fenómeno de la erupcion á que el mencionado cerro debe su orígen, se hace sensible en diferentes direcciones y á diferentes distancias; siendo digno de mencionarse, entre los diversos puntos comprendidos en él, por contener indicios de carbon, el cerro

llamado de «Las Chivas,» que está respecto del de «El Cuervo,» en la direcccion de 50° al N.E. y á la distancia de 500 metros: su altura absoluta es de 1955.36 metros.

La masa general de este cerro es el pórfido feldespático, sobre cuya masa se suelen encontrar diseminados pequeños cristales de hornblenda, cuya presencia en esta roca debe considerarse como accidental. El tipo de esta roca está marcado con el número 17.

En la orilla N. de la barranca que forma la falda S. de este cerro y las vertientes del lado N. de los cerros opuestos, se ven los hilos carboníferos que se extienden paralelamente en la direccion média N.E.–55°–S.O., y un ancho variable, cuyo máximo es de 20 centímetros.

En el fondo de la barranca, el pórfido, más compacto, presenta el aspecto del ejemplar núm. 18, y en la falda de los cerros opuestos, el del ejemplar núm. 19.

Los puntos tocados en la parte topográfica de esta reseña son los que contienen yacimientos de carbon en la Municipalidad de Tlacolulan: lo que estos yacimientos pueden ser, se comprende por las indicaciones geológicas hechas que ponen en relieve la ausencia de una formacion carbonífera; lo que son en sí, lo descubrirá el exámen mineralógico y el análisis químico de los ejemplares recogidos que acompañan á esta Memoria, y que mencionaré en el lugar respectivo.

Otro de los puntos pertenecientes al Canton de Jalapa, en que por disposicion particular de la Secretaría del digno cargo de vd., señor Ministro, localicé mis reconocimientos conducentes al estudio de los criaderos de carbon, fué el rio llamado del Chapopote, que tuve ocasion de recorrer en una extension considerable, y de examinar en dos puntos distintos.

El primero, que es el que con más generalidad lleva este nombre, está situado á 3500 metros de distancia de la ranchería de Chicuasi, Municipalidad de Actopan, y en la direccion de 35° al N.O.

A esta ranchería, que dista treinta y tres kilómetros de Jalapa, de cuya poblacion está situada al Este, se llega por una formacion basáltica, pasando por los puntos llamados: El Porton, El

Castillo, Cuesta de D. Lino, San Nicolás, Trapiche del Rosario, y otros, de los que, los más notables son el Alto de la cuesta de D. Lino, llamado tambien Vista Hermosa; el Puente de Dios, y el nacimiento del rio Descabezadero.

El primero de dichos puntos, más allá del cual se comienza á descender, constituye un hermoso punto de vista por el extenso horizonte que presenta, distinguiéndose desde él la Mesa de Maztatlan al N.E.; al N.O. Tenanpa, La Concepcion y Paso del Toro; en esa misma direccion, y en segundo término la cascada de Naolinco con sus tres caidas de agua; al N. el alto del Tiza, y en el fondo la cañada de Actopan.

El segundo constituye un mero puente formado naturalmente por el basalto, cuya roca está ligeramente abovedada, debajo del cual pasa un brazo del rio Sedeño en la direccion de N. á S.

El tercero es una maravilla que no alcanzan las descripciones, y de la que creo conveniente dar una ligera idea en sus manifestaciones geológicas.

El rio, en el lugar observado, que es el de su nacimiento, tiene una anchura aproximada de 100 metros, y su direccion general es de N. á S. Por la parte del E. lo limita el basalto escorioso, que es la roca dominante, y se puede decir única en esa region: tiene un pequeño declive á manera de talud, y de su masa brotan manantiales de agua de tal manera unidos, que forman un extenso cortinaje ondeado por numerosos pliegues. En la parte opuesta, lo limita, cargada de vegetacion, la tierra vegetal, la que por una fuerte pendiente, da acceso á la orilla. En la parte del N., el lecho aparente está formado por el basalto, cuyos fragmentos agrupados en capas, semejan una especie de gradería de cuatro pisos bien caracterizados y distintos: el superior es casi vertical y forma un segmento cilíndrico de 3 metros de altura, por cuya base cae el agua en cantidad considerable formando una lámina semicircular y trasparente al través de la cual se distinguen los numerosos hilos y láminas de espuma que brotan de la superficie convexa; la base inferior descansa sobre el piso siguiente, cuyo plano superior está cubierto por la espuma que origina el agua en su caida, y que da lugar, con la que se junta en este piso, á una cascada de 10 metros de altura, de una curvatura parabólica de

cerca de 2 metros: de toda la masa de este segundo piso brotan hilos y láminas de agua de una bellísima irregularidad, que caen sobre los dos pisos inferiores hasta mezclarse y confundirse con la que sale debajo del último, que presenta tres colores distintos: el verde oscuro en el centro, que corresponde á la profundidad relativamente corta; el verde mar en la parte del E. donde caen los manantiales mencionados al principio, y el blanco de espuma en toda la extension afectada por el choque de la caida.

Las partículas ténues de agua descomponen la luz del sol, formando una aureola con los colores del íris.

Con excepcion del cerro que limita la cuesta de D. Lino, cuya roca es una toba feldespática, toda la formacion reconocida consiste en el basalto escorioso, semejante al del ejemplar núm. 20, recogido en el Descabezadero, entre el que se distingue otro que presenta con más claridad las huellas de la fusion, y del que se ve en la coleccion adjunta, un tipo en el ejemplar marcado con el núm. 21.

En todo el descenso que se hace para llegar al Chapopote, se distingue el mismo basalto, abundando en sus orillas al lado de los fragmentos agudos desprendidos de la roca inmediata, fragmentos rodados, como el del ejemplar número 22. En el agrupamiento de rocas diversas que siempre se nota en el lecho de los rios, se descubren en éste, fragmentos tambien rodados, de un basalto sobre cuya superficie están diseminados en abundancia pequeños cristales de feldespato, segun se ve en el ejemplar número 23.

Este basalto parece contemporáneo del correspondiente al primer período eruptivo que al principio se hizo notar. Inclina á esta suposicion la abundancia con que se encuentra el feldespato, y la ausencia total del olivino.

No léjos de la zona á que las consideraciones expuestas se refieren, existe el pórfido, cuya presencia está manifiesta por los fragmentos de esta roca que se encuentran rodados en el rio, como el del ejemplar núm. 24, y por los recogidos de la falda del cerro que constituye la Mesa de Chicuasi, así como el del núm. 25. Este último es de base de jaspe y contiene en abundancia pegaduras de anfíbola verde aceite.

Esta asociacion del basalto con el pórfido he tenido ocasion de señalarla al examinar la formacion geológica de la region estudiada en la Municipalidad de Tlacolulan.

La excavacion natural hecha por el rio que corre entre las rocas basálticas visibles y descubre las que están debajo, permite reconocer la formacion sedimentaria que ántes de la erupcion ocupó toda esta zona y que despues desapareció casi en su totalidad bajo los productos de aquella.

Esta consiste en una pizarra arcillosa de color gris azulado, textura trasversal concóidea y fragmentos cuneiformes y pseudo-prismáticos, que se extiende en lajas horizontales cuyo espesor varía entre 2 y 10 centímetros, y siguen la direccion general de N. E.–80°–S. O.

En esta pizarra, como en la que tuve ocasion de ver en el Distrito de Tlaquiltenango, perteneciente al Estado de Morelos, y en el de Huetamo, que pertenece al de Michoacan, se observa una tendencia de los fragmentos superficiales á tomar la forma esférica, por lo que algunos fragmentos son esferoidales y la superficie de los más es notablemente globosa.

Esto depende del desprendimiento de ciertos gases producidos durante el fenómeno de la sedimentacion que alteran las partículas que están suspendidas en el líquido ó no han sido consolidadas. Tal carácter se nota muy particularmente en las caras descubiertas y en las superficies de union, sólo cuando están desagregados los fragmentos. En los ejemplares que acompaño marcados con el número 26, se ven estos caractéres.

Pero la roca dominante en toda esta region es el basalto, que sobrepuesto á la pizarra y cubriéndola casi en su totalidad, forma el lecho del rio, se encuentra en fragmentos más ó ménos voluminosos hacinados irregularmente á sus orillas, y constituye la masa de los cerros que se elevan á uno y otro lado.

Este basalto difiere del que he considerado hasta aquí, en que su superficie es compacta, su color más claro y su figura pseudo-prismática, que da al conjunto el aspecto columnar.

Tal diferencia entre los caractéres que en esta roca tienen un valor especial, revela otras tantas diferencias geognósticas, químicas y aun geológicas dignas de mencionarse.

En efecto, la compacidad de su masa que le quita el aspecto escorioso que en todo el basalto ántes mencionado es característico, hace comprender que ha estado fuera de las influencias volcánicas que trasforman en lavas las rocas que afectan, sea cual fuere su orígen, su naturaleza y su composicion: la claridad en el color es un indicio de la ausencia del fierro, si no completa, sí en una escala sensible; y la regularidad en su figura viene á fijar su edad relativa como roca de erupcion.

En este basalto hay granos cristalinos sueltos de feldespato y de anfíbola, y otros diseminados de caliza blanca cristalina. Acompaño como tipos de esta roca, los ejemplares marcados con el número 27. Este basalto presenta una particularidad que, aunque independiente de su naturaleza, lo hace notable, y sin duda á ella se debe el nombre con que el rio en que se encuentra es designado en esa region.

Dicha particularidad consiste en que por las grietas de esta roca, por los planos de estratificacion y áun por las caras de crucero, brota hasta extenderse sobre la superficie, el betun mineral, que es conocido con el nombre de asfalto y vulgarmente con el de *chapopote.* En los ejemplares que acabo de mencionar se ven las pegaduras de esta sustancia en los puntos indicados.

Los ejemplares número 28 contienen el asfalto en más abundancia, formando verdaderas masas adheridas á la roca; y el marcado con el número 29, una agregacion accidental del asfalto con los fragmentos de rocas extrañas que por acaso se han hallado en contacto con él. Esta sustancia, á cuya especie debe referirse la mayor parte de los betunes minerales, se encuentra aquí en un estado tan anormal, que no es posible fijar muchos de sus caractéres, es decir, todos los que se relacionan con su estado natural de agregacion, que es el sólido propiamente dicho.

Este estado anormal consiste en que, absorbido de su yacimiento propio por la accion de la capilaridad, ésta no ha podido obrar sino sobre la parte que, fundida por el calor, se ha encontrado en un estado más ó ménos fluido, pero siempre alterado.

Los demas caractéres, es decir, los que son independientes del estado de agregacion, sí se observan con toda claridad y en toda su pureza.

Así, por ejemplo, el color es el negro de terciopelo, más puro que el que presentan los fragmentos sólidos, pues en éstos suele estar alterado por la presencia de sustancias extrañas, de las que se separa la parte líquida absorbida en esa especie de destilacion natural á que se ha sujetado.

El lustre, que por su intensidad es lustroso pasando á resplandeciente, por su calidad es de cera. Es muy blando, dúctil y elástico; arde con mucha facilidad con una llama muy clara; gotea como el lacre, y desprende un humo denso y un fuerte olor empireumático. La temperatura de fusion de este compuesto es la del agua hirviendo, y encontrándose en ella los depósitos de éste por causas naturales, pudo ser fácilmente absorbido por la accion capilar que ya he mencionado.

La frotacion de un fragmento endurecido contra un cuerpo extraño, desarrolla en él la electricidad negativa.

En alguno de los depósitos de agua que se ven entre las rocas, se nota una capa grasa, que puede ser de petróleo ó del betun líquido análogo á este aceite.

Recorrido el rio en la direccion del N. O. en una extension de 16 kilómetros, se encuentra en toda ella el mismo carácter litológico. A la distancia citada se descubren huellas de carbon en el lecho y en las orillas del rio; y practicadas unas excavaciones, encontré en ellas las rocas cuyos tipos se ven marcados con los números 30, 31 y 32, de las que la primera es una pizarra endurecida y metamorfizada por el basalto que se ha abierto paso, perforando las lajas que constituyen su yacimiento; la segunda consiste en masas feldespáticas de algunos centímetros de espesor, intercaladas en las lajas de la roca anterior, y la tercera una asociacion irregular de las dos anteriores.

El punto en que dichos caractéres se encuentran, está en el pié de la falda N. del cerro del Tizar, á una altura absoluta de 412.50 metros, y en una region en que el rio es designado con el nombre del rio de la Calaverna.

Entre estas rocas está la arenisca del número 33, sobre la que se encuentran trozos de madera carbonizada muy antiguos, pero posteriores al período del carbon.

La presencia de estos trozos y la extension que algunos de ellos

ocupan, hizo suponer que en este punto existia un yacimiento de carbon mineral; pero esta suposicion se encuentra destruida por los hechos mencionados.

Seis kilómetros al N. O. de este punto está el rancho de Blanca Espuma, establecido sobre la roca basáltica de la presentada en los ejemplares ántes citados. Entre este basalto aparecen masas salientes de pórfido feldespático, sobre cuya masa se descubren cristales de ortoclasia, segun se ve en el ejemplar número 34.

Aquí se vuelve á presentar el caso de la asociacion del pórfido con el basalto.

La altura absoluta del punto en que se encuentra esta asociacion, es de 675.30 metros.

Cuatro kilómetros al O. de la ranchería de Blanca Espuma está la de Providencia, encontrándose en ella la misma asociacion. Esta constancia en una extension considerable, constituye un dato que puede contribuir á determinar la edad relativa de estos basaltos.

Continuando mis exploraciones hácia el N. E. en busca de otro yacimiento señalado por las indicaciones, debo mencionar como centro para las referencias conducentes, la ranchería de la Cueva, que está á 25 kilómetros de la Providencia y á 20 del pueblo de Actopan, respecto de la que se encuentra en la direccion de 10° al S. E.

La roca dominante en este punto, que está casi al mismo vel que el anterior, pues su altura absoluta es de 672.80 metros, es un basalto brechiforme con cristales de cuarzo, olivino, etc., del que de trecho en trecho se descubren picos salientes y fragmentos sueltos de volúmen considerable.

Este basalto, generalmente compacto, presenta en su superficie impresiones cristalinas y pequeñas oquedades que le dan un aspecto escorioso. El ejemplar núm. 35 se puede considerar como un tipo de esta roca.

Tres kilómetros al S.O. de la Cueva, siguiendo el rápido descenso de la vertiente Sur del cerro de Jamaica, está el arroyo del mismo nombre, en cuyas orillas no ocupadas en la actualidad por el agua, está un yacimiento de carbon. El punto en que se encuentra está á una altura absoluta de 414.25 metros.

La direccion general de este arroyo es de N.O.-50°-S.E., y la roca que forma su lecho y sus orillas, es la representada por el ejemplar núm. 36, y consiste en un basalto semejante al anterior, aunque algo más escorioso, y presentando en su superficie láminas cristalinas muy pequeñas de cuarzo y feldespato. Entre estas rocas está la arenisca del número 37, que es idéntica á la del nº 33, é intercalados en ella se encuentran los mantos de carbon.

Los ejemplares marcados con el núm. 38, presentan el carbon incrustado en la roca, dejando ver el modo de yacimiento de este combustible. El espesor de estas capas es de 4 á 8 centímetros, su anchura en los puntos reconocidos varía entre 1 y 2 metros, y su direccion es de N.O.-40°-S.E.

Su presencia en esta formacion extraña puede explicarse por la dislocacion efectuada en un yacimiento carbonífero, por el efecto mismo de la erupcion.

Fijados ya los hechos geológicos que pueden dar una idea de la region explorada y del valor técnico é industrial que corresponde á los yacimientos reconocidos; planteadas y resueltas las cuestiones geognósticas que dan la clave para fundar un juicio y constituyen los fundamentos de una opinion, creo poder entrar al estudio de los carbones recogidos y en la coleccion presentados, el que, sirviendo de complemento á este trabajo, vendrá á reunir y dejar consignados en él, todos los puntos conducentes á la claridad de este Informe y al desempeño de mi comision.

El primero de los carbones que encontré en mi reconocimiento y mencioné en mi descripcion, es el carbon de La Purísima, del que presento la muestra en los ejemplares marcados con el núm. 39.

Su color es el pardo musco, pasando al de madera, y en algunos puntos de su textura reciente, es negro parduzco y aun negro de terciopelo muy lustroso. Su lustre, mate y aun centellante, aumentando de intensidad en la raspadura.

Superficie fibrosa, de fibras muy finas, y en lo general paralelas, aunque á veces son ondeadas, como las fibras de la madera en los puntos alterados por la presencia de un nudo.

La textura principal es pizarreña, la trasversal ligeramente concóidea.

Peso específico, 1,318.

Es una lignita impura, y su composicion es la siguiente:

Carbon	15 00
Cenizas	37 50
Sustancias volátiles y humedad	47 50
	100 00

Hay que advertir que los ejemplares á que este análisis se refiere, estaban impregnados de humedad; pues en los dias que hice mi exploracion llovia mucho, y los hilos carboníferos estaban completamente cubiertos por el agua.

El poder calorífico de este carbon, determinado por la reduccion del litargirio, está representado por 3080 calorías, que es poco mayor que el de la leña comun.

Arde mal y produce mucho humo de un olor desagradable, semejante al de la basura quemada.

El manto de donde fueron extraidos los ejemplares á que he hecho referencia, fué reconocido en diferentes puntos.

A la distancia de 800 metros, en la direccion del S.O., practiqué otras excavaciones, cerca de un pozo azolvado, de donde segun informes, se sacaron algunas cantidades de carbon.

Por éstas se descubrieron varios hilos, de los que el más grueso mide 70 centímetros. Sus caractéres son los mismos, y su composicion es la siguiente:

Carbon	20 75
Cenizas	39 25
Sustancias volátiles y humedad	40 00
	100 00

Su poder calorífico está representado por 3170 calorías.

No teniendo un nombre especial con que designar este yacimiento, me serviré del de la ranchería cercana, y le llamaré carbon de «El Arellano,» con cuyo nombre distingo los ejemplares marcados con el número 40.

El tercero de los yacimientos estudiados, de que hice mencion en la parte descriptiva, es el de Huichila, que, segun lo dicho, consiste en hilos de 7 á 12 centímetros, que corren con la direccion general de E. á O.

La textura de este carbon es tambien pizarreña, pero más compacta; la trasversal concóidea perfecta; el lustre más intenso y el color más subido.

El peso específico es tambien mayor, pues es de 1.325; arde con dificultad y no produce humo.

Este conjunto de caractéres hace conocer de antemano que el carbon que los presenta es más puro; lo que se encuentra confirmado por el análisis inmediato que revela la siguiente composicion:

Carbon	47 50
Cenizas	30 75
Sustancias volátiles y humedad	21 75
	100 00

Su poder calorífico está representado por 4748 calorías.

Otro de los yacimientos reconocidos se encuentra en el cerro de El Cuervo: allí los hilos tienen un espesor que varía entre 5 y 20 centímetros, y su direccion es de N.O.-35°-S.E. El carbon es muy semejante al de los yacimientos de La Purísima y El Arellano, y su composicion es la siguiente:

Carbon	26 50
Cenizas	40 25
Sustancias volátiles y humedad	33 25
	100 00

Su poder calorífico está representado por 3578 calorías.

Viene en seguida el yacimiento que existe en el cerro de las Chivas. En los hilos carboníferos que lo constituyen, se encuentran dos partes esencialmente distintas: una, que no es más que la roca teñida por el carbon, sólo contiene 2.50 por 100 de este cuerpo, y merced á esta cantidad tan pequeña, no arde ni reduce el plomo de litargirio; la otra consiste en hilos sumamente angostos de lignita en su máximo de pureza. La pequeñez de esta última y la inutilidad de su descripcion y su análisis, me hizo desistir de consignar estos datos. Me limito á presentar esta asociacion en los ejemplares marcados con el núm. 42.

Los ejemplares marcados con el núm. 43, son trozos de madera naturalmente carbonizada, de los que se encuentran incrustados en la arenisca del rio de la Calaverna.

Pero el más importante de los productos recogidos de la region explorada, es el carbon existente en el rio de Jamaica, cuyos ejemplares se ven marcados con el núm. 44.

Su color es el negro de terciopelo, presentando en algunos puntos los colores de pecho de paloma, cola de pavo real, y hierro pavonado.

Lustroso, de lustre de cera en la parte negra, y semimetálico en las que presentan los colores abigarrados.

Textura concóidea perfecta.

Fragmentos agudos y pseudo-regulares.

Superficie lisa.

Partes separadas testáceas planas, y algunas veces curvas.

No tizna sino cuando está reducido á polvo.

Frágil.

Peso específico, 1.389.

Su composicion es la siguiente:

Carbon	65 00
Cenizas	17 00
Sustancias volátiles	18 00
	100 00

Arde con llama larga y olor empireumático. Su poder calorífico determinado por la reduccion del litargirio, está representado por 5805,78 calorías.

Por este conjunto de caractéres, el carbon que los presenta se puede referir á la clase de las ullas antracitosas.

La trasformacion de la ulla comun en la de esta clase, es debida sin duda á la accion de los basaltos, en cuyo contacto se encuentran. Esta trasformacion es muy visible en los ejemplares marcados con el número 45.

Como se ve por la descripcion, por el análisis, y más aún, por los ejemplares presentados, este combustible es de buena clase; pero las condiciones geológicas de su yacimiento son desfavorables, en cuanto á que constituyen un depósito accidental situado en una formacion extraña.

Resumiendo lo expuesto, resulta: que en toda la extension recorrida que comprende una superficie de 80 leguas cuadradas,

la formacion dominante es la basáltica, en cuya erupcion se distinguen dos períodos esencialmente distintos, cuyo foco principal parece hallarse á las inmediaciones de la Municipalidad de las Vigas.

Que esta roca ha hecho desaparecer casi por completo la roca sedimentaria, la que en las partes descubiertas está subordinada al basalto.

Que esta erupcion ha determinado dislocaciones y metamorfismos de más ó ménos extension, por cuyos fenómenos las rocas afectadas en ella se presentan en condiciones anormales de mineralizacion y yacimiento.

Que como consecuencia de esta situacion anormal, se encuentran yacimientos de carbon de poca importancia, siendo las clases á que pertenecen, la lignita y la ulla.

Que entre todos estos yacimientos, hay una diferencia de nivel de 1541.11 metros, lo que indica el sentido y la naturaleza de la alteracion.

Que merced á estas alteraciones tan extensas como profundas, los carbones que han debido á ellas su aparicion en los puntos en que se observan, están en un estado de impureza que hace nociva su aplicacion.

Que prescindiendo de la situacion de estos yacimientos, que por sí sola constituye una desventaja económica, las condiciones técnicas señaladas, hacen su explotacion imposible.

Con estas deducciones y con el estudio de donde se desprenden, creo, señor ministro, dar cumplimiento á la comision que vd. se sirvió confiarme, en cuyo desempeño me cabe la honra de añadir un dato pequeño, pero aprovechable, en la historia que el Ministerio de su digno cargo ha iniciado, relativa á la existencia en nuestro suelo, de criaderos de carbon mineral.

Como complemento de este estudio, acompaño una coleccion clasificada de las rocas y muestras de carbon recogidas, cuyo catálogo adjunto al presente informe.

Al cumplir con el grato deber de poner éste en las manos de vd., disfruto la satisfaccion de expresarle mi reconocimiento por la confianza con que me distingue.

Catálogo de las rocas recogidas en la exploracion carbonífera hecha en el Canton de Jalapa, en el Estado de Veracruz.

Núm. de órden	Clasificacion de las rocas y lugar de su yacimiento	Núm. de ejemplares
1	Basalto escorioso de la cuesta de Etlantepec	1
2	Idem idem de la masa del cerro de Etlantepec	1
3	Idem de la formacion que está al N.E. de la anterior	1
4	Idem idem en lajas en el límite de la formacion	1
5	Traquita en contacto con el basalto anterior	1
6	Pórfido de base de jaspe inmediato al basalto	1
7	Pizarra arcillosa descompuesta del cerro de «La Purísima»	1
8	Idem idem impregnada de carbon de idem	1
9	Trozo de madera carbonizada del cerro de idem	3
10	Pizarra arcillosa de las paredes del socavon de Huichila	1
11	Idem idem alterada del plan de idem	1
12	Idem idem del cielo idem	1
13	Idem metamórfica de la falda S.O. de «El Cuervo»	2
14	Idem arcillosa de la parte N.O. del mismo cerro	1
15	Idem metamórfica en contacto con el carbon del mismo cerro	2
16	Pórfido feldespático ligeramente arcilloso de la cañada de idem.	2
17	Idem idem del cerro de «Las Chivas»	1
18	Idem idem del fondo de la barranca	1
19	Idem idem de la falda de los cerros opuestos	1
20	Basalto escorioso del rio «Descabezadero»	1
21	Idem idem con la impresion del volcanismo	1
22	Idem idem rodado de la orilla del rio del Chapopote	1
23	Idem idem con cristales de feldespato de idem	1
24	Pórfido feldespático rodado en el rio idem	1
25	Idem idem de base de jaspe de la Mesa de Chicuasi	1
26	Pizarra arcillosa debajo del basalto en el rio del Chapopote	2
27	Basalto compacto pseudo-regular del idem	2
28	Masa de asfalto adherida á la roca	3
29	Mezcla accidental del asfalto con fragmentos extraños	1
30	Pizarra metamorfizada por el basalto del rio de la Calaverna	1
31	Masa feldespática intercalada en la roca anterior	1
32	Asociacion del feldespato y la pizarra metamórfica del mismo	1
33	Arenisca en madera carbonizada, del mismo punto	1
34	Pórfido feldespático en contacto con el basalto de Blanca Espuma.	1
35	Basalto brechiforme de la Ranchería de la Cueva	1
36	Idem escorioso del arroyo de Jamaica	1
37	Arenisca que contiene el carbon en el rio de idem	1
38	Carbon incrustado en la arenisca del rio de idem	3
39	Lignita impura del cerro de «La Purísima»	5
40	Idem idem de «El Arellano»	5
41	Idem idem de los yacimientos de Huichila	5
42	Idem idem impura del cerro de «Las Chivas»	3
43	Trozo de madera carbonizada del rio de la Calaverna	4
44	Ulla antracitosa del rio de Jamaica	14
45	Idem grasa pasando á antracitosa por la accion del basalto	5
	Número de ejemplares	90

México, Abril 29 de 1882.

SANTIAGO RAMIREZ.

INFORME

RELATIVO

AL RECONOCIMIENTO DEL PUERTO DE ALTATA

PRESENTADO

A LA SECRETARIA DE FOMENTO

Por el Ingeniero **FIACRO QUIJANO.**

Como miembro de la Comision nombrada por la Secretaría del digno cargo de vd. para practicar los estudios conducentes á la formacion del proyecto de las obras necesarias para el mejoramiento del puerto de Altata, hoy tengo la honra de dirigirme á vd. para darle cuenta del resultado de los trabajos que, con ese objeto, pude practicar, y comenzaré por explicar las razones en virtud de las cuales no tomaron parte en esos trabajos ni el ingeniero C. Enrique Amezcua, Inspector del Ferrocarril de Sinaloa y Durango, ni directamente el ingeniero en Jefe y Superintendente del mismo ferrocarril, Sr. Edward P. North.

Aunque en comunicacion de fecha 25 de Agosto tuve la honra de manifestar á vd. en parte esas razones, creo que no será fuera de lugar apuntarlas en esta Memoria.

Primeramente, el señor Inspector del ferrocarril recibió, en los dias en que yo llegaba á Culiacan para integrar la Comision, una órden telegráfica de la Secretaría de Fomento, para que pasara luego á reconocer la seccion de la Carretera de Elota á Cosalá, hecha por contrata, é informara respecto del estado de dicha seccion. Teniendo que marchar desde luego á dar cumplimiento á esa órden, y despues debiendo practicar un viaje á Durango, en el desempeño de sus atenciones como inspector del camino, no pudo, por lo tanto, tomar parte en los trabajos que forman el asunto de esta relacion.

Por otra parte, el ingeniero en jefe, Mr. Edward P. North, teniendo á su cargo tan variadas tareas como las que son anexas á su encargo, no pudo tampoco tomar parte personalmente en los trabajos de la Comision; pero puso desde luego á mi disposicion los elementos de que podia disponer y el auxilio de sus subordinados.

Al imponerme de la dificultad, ó mejor de la imposibilidad de que los tres miembros de la Comision nos ocupáramos de los trabajos, lo que primero me ocurrió fué regresar á Mazatlan y dar cuenta á la Secretaría del digno cargo de vd.; pero me hicieron cambiar de idea varias consideraciones: primeramente, Mr. North me manifestó en Culiacan que, en su concepto, el estudio que forma parte de nuestro cometido, no era de naturaleza que podria llevarse adelante, para llegar á producir un proyecto bien fundado, sino con elementos de que por entónces no disponia, y sólo despues de un largo tiempo de estudio constante y detenido de todos y cada uno de los elementos del complicado problema que se trata de resolver. En segundo lugar, la circunstancia de encontrarme ya casi en el puerto y la emision de las ideas de Mr. North, me hicieron pensar que acaso seria en lo sucesivo de alguna utilidad para el proyecto mismo, un estudio preliminar, aunque incompleto, de la localidad, y la formacion de un plano que podrá servir de base para los estudios que posteriormente se emprendan. Por otra parte, entre las instrucciones que recibí de la Secretaría de Fomento, una me ordenaba que obtuviera la posicion geográfica del puerto, con la aproximacion suficiente para los usos de la navegacion; y juzgué, por lo dicho, que no seria inconducente el practicar esos estudios preliminares que he llevado adelante, con la cooperacion indirecta del Sr. Edward P. North. Esta determinacion se robusteció con la consideracion de que podria aprovechar para los estudios en Altata, los meses lluviosos en que mi permanencia no era indispensable en Mazatlan, tanto porque en esos meses es poco lo que en el Observatorio Astronómico puede hacerse, como porque aun no habia tenido entónces una solucion definitiva lo relativo al proyecto para la construccion del muelle, razon por la cual aquella obra no se habia emprendido aún.

La Memoria que tengo, pues, la honra de presentar á vd., debe considerarse como una introduccion á la que, con más detenido estudio, tendrá que formarse cuando se hayan adquirido los numerosos datos indispensables para formar el proyecto definitivo de mejoramiento de aquel puerto, obras de cuya importancia y costo probable ya puede formarse idea aproximada á la simple inspeccion del plano que ahora tengo la honra de acompañar á vd.

Ese plano está formado con los datos de una triangulacion que practiqué para relacionar el «Campo astronómico» con el punto elegido por mí, por insinuacion del Sr. North, para la instalacion del faro que la Compañía del Ferrocarril debe poner en aquel puerto, segun contrato. Los datos de dicha triangulacion sirvieron de base para la situacion de los detalles del plano; detalles obtenidos con anterioridad y simultáneamente por los ingenieros del ferrocarril en sus trabajos preparatorios para la locacion de la línea de fierro proyectada, y sirvieron tambien de base para fijar la posicion de los puntos de sondeo de la barra, practicado por observaciones simultáneas, como en su lugar explicaré.

Comenzaré la exposicion de los datos obtenidos, por un cuadro que manifiesta las observaciones meteorológicas que pude practicar con los únicos instrumentos de que disponia, y que pertenecen á la Compañía del Ferrocarril, á saber: un barómetro de Fortin, de la acreditada fábrica de Green, New-York, y un termómetro de Farenheit. Las lecturas barométricas anotadas en la columna «observado,» están corregidas del error de capilaridad, determinado ántes de comenzar mis observaciones por el método conocido: midiendo el diámetro interior del tubo y la altura del menisco ascendente y descendente, con cuyos datos tomé de la tabla la correccion, que es de $0^{mm}44$, siéndome desconocido el error inicial, si acaso existe en el barómetro.

De estas observaciones se ha tomado nota en el registro del Observatorio de Mazatlan para la comparacion, que acaso será de alguna utilidad, habiendo sido época fecunda en trastornos atmosféricos en esta costa.

TRIANGULACION.

Paso á exponer los datos y resultados de la triangulacion que practiqué, con el principal objeto de relacionar el campo astronómico con el punto escogido para el faro, y obtener las coordenadas geográficas de este punto, deducidas de las del «Campo astronómico,» obtenidas directamente.

Despues del reconocimiento preliminar que me indujo á la eleccion del punto demarcado en el plano con la letra *D* para la colocacion del faro, y de los que debian servirme de vértices, procurando que fueran éstos en el menor número posible, por la mala configuracion del terreno para el objeto, procedí con el auxilio de Mr. J. M. Rüdiger y J. B. Van Büren, ingenieros de la Compañía, á la medicion de la base, cuyos extremos están marcados en el plano con las letras *A* y *B*.

Esta operacion se practicó con todo el esmero posible, usando un decámetro de acero, cuya longitud fué cuidadosamente rectificada. Las distancias entre las estacas que demarcaban la línea eran de longitudes variables (para conservar siempre la cinta horizontal) cerca de los extremos de la base, puntos escogidos sobre pequeños médanos. La horizontalidad de la cinta se conservaba por medio de un nivel y estadal bajo la direccion de Mr. Van Büren.

La configuracion de las líneas paralelas de médanos relativamente al punto del faro, impidieron obtener una base de mayores dimensiones, á trueque de aumentar de una manera innecesaria el número de triángulos, siendo tan corta la distancia entre los puntos extremos de la triangulacion. Pero creo que el esmero con que se practicó la operacion, esmero comprobado por la concordancia de los resultados de las tres mediciones que se hicieron, proporciona toda la exactitud práctica á que hubiera podido aspirarse con una base mayor, máxime cuando la aproximacion del instrumento angular empleado (un transit americano) no era más que de 1′.

La base resultó, pues, de 301.638 metros, promedio de los tres resultados siguientes:

PLANO
DEL
PUERTO Y LA BARRA
DE
ALTATA

Presentado á la SECRETARIA DE FOMENTO por el Ingeniero

FIACRO QUIJANO

1881.

Escala de $\frac{1}{22500}$



ALTATA VIEJO

PUERTO VIEJO

BAHIACITA

Faro proyectado

Proyecto de espiga

Salina

BAHIA DE ALTATA

ALTATA

Muelle provisional proyectado

ALGODONES

Muelles permanentes proyectados

Proyecto de dique fuera del nivel de alta marea

Proyecto de dique sumergido

ISLA

GOLFO DE CALIFORNIA

cion del instrumento angular empleado (un
no era más que de 1′.

La base resultó, pues, de 301.638 metros,
resultados siguientes:

1ª	301m623
2ª	301.636
3ª	301.654
Promedio	301.638

El azimut de esta línea se dedujo del de uno de los lados del triángulo que se apoya en el «Campo astronómico» como vértice; cuyo azimut se determinó trazando la meridiana por observaciones de tránsitos de varias estrellas, determinándose tambien de esta manera el azimut del punto elegido para el faro, debiendo ser ese azimut uno de los datos para deducir las coordenadas geográficas de aquel punto, de las que se obtuvieron por la observacion directa para el «Campo astronómico.»

De los tres triángulos A B C, A B D, B C E, que relacionan el «Campo» con el faro, los dos primeros se apoyan en la base medida.

Pongo á continuacion los datos y resultados de la triangulacion:

TRIANGULACION

Triangulos		Angulos observados	Angulos corregidos	DISTANCIAS	Azimutes magnéticos
1	A..	83°33′30″	83°34′ 6″66	A B = 301m638	
	B..	57 42 40	57 43 16.66	A C = 407. 79	A B=S. 49°15′W.
	C..	38 42 00	38 42 36.68	B C = 479. 29	
2	A..	56°38′28″33	56°38′36″94		B C=S. 72°51′43″33E
	B..	120 4 27.50	120 4 36.11	A D = 4562m50	E B=N. 57 50 51.88W
	D..	3 16 38.33	3 16 46.95	B D = 4403. 86	B D=N. 70 49 36.11W
					B F=S. 28 6 27.22W
3	B...	15° 0′35″00	15° 0′51″66		E D=N. 68 49 21.68W
	C..	145 5 10.00	145 5 26.67	B E = 806m03	
	E..	19 53 25.00	19 53 41.67	C E = 364. 89	
4	D..	29° 2′20″00	29° 2′13″34		
	B...	81 4 3.33	81 3 56.67	D F = 4632m66	
	F...	69 53 56.66	59 53 50.00	B F = 2276. 20	
5	B...	167° 0′55″57	167° 1′15″57		
	E..	10 58 10.00	10 58 30.00	E D = 5186m05	
	D..	1 59 54.43	2 0 14.43		

El vértice F es un punto situado sobre la península de Lucenilla, ahora conocida con el nombre de «Isla de Redo,» llamándola impropiamente isla.

COORDENADAS GEOGRÁFICAS.

Los instrumentos de que dispuse para esta determinacion, son los siguientes: un reloj de segundos, de la fábrica de Waltham, Mass, de marcha bastante regular. Este reloj, comparado con el cronómetro del Observatorio de Mazatlan, por varios dias consecutivos ántes de mi partida, me hubiera servido bien para obtener la diferencia de tiempo entre Mazatlan y Altata; pero dos circunstancias desgraciadas vinieron á impedirme que llevara adelante esa idea. Primeramente, lo dilatado de mi viaje entre Mazatlan y Altata (dilacion inevitable por haberlo verificado en lo más lluvioso de la estacion, en cuya época estaban suspendidos los viajes de las diligencias), hubiera hecho incierta la determinacion, por los cambios probables en la marcha del reloj. En segundo lugar, y esto fué lo que realmente me lo impidió, debido acaso á los cambios bruscos de temperatura y humedad, durante el viaje, el reloj se paró un dia ántes de llegar á Altata. Temí que se hubiera descompuesto, pero afortunadamente no fué así, sino que siguió marchando bien despues. Por esta circunstancia ya no me quedó otro recurso que hacer uso del método de distancias lunares para obtener la longitud absoluta de Altata, cuyas observaciones fueron practicadas con un octante inglés bastante preciso que compré para el Observatorio de Mazatlan, y que da los ángulos con aproximacion de 15″

Además de estos instrumentos, dispuse de un transit inglés, perteneciente á la Compañía del Ferrocarril, transit de patente muy moderna, que se conoce con el nombre de *omnímetro*, porque á la construccion comun del transit se ha agregado un mecanismo para obtener las distancias, con una regla graduada y tornillo micrométrico, y puede usarse tambien como nivel. No daré la descripcion detallada de este instrumento, porque no entra en el asunto de esta Memoria, habiéndolo usado yo sólo como transit para observaciones de tiempo y latitud. Sus dos círculos, vertical y horizontal, aunque perfectamente divididos, no aproximan los ángulos más que de minuto en minuto.

Comenzaré mis observaciones por las de tiempo, haciendo uso

del método de alturas iguales de dos estrellas, y procurando observar el mismo par durante el mayor número de dias posible. Pongo adelante, en forma de tabla, los resultados obtenidos para la marcha diaria y error absoluto de mi reloj.

OBSERVACIONES DE TIEMPO.

ALTATA.

ALTURAS IGUALES DE DOS ESTRELLAS.

FECHAS	PARES OBSERVADOS	Δ t.	Marcha en 24 h. entre dos fechas consecutivas
Agosto 25. 1881	ε Pegasi al E......... α Serpentis al W......	— 9 15.95 (m s)	
„ 29 „	ε Pegasi al E......... α Serpentis al W......	— 9 21.07	— 1.70 (s)
Setbre. 2 „	ε Pegasi al E......... α Serpentis al W......	— 9 38.21	— 4.28
„ 6 „	α Pegasi al E......... α Herculis al W......	—10 17.67	— 9.87
„ 11 „	α Pegasi al E......... α Herculis al W......	—10 51.90	— 6.85
„ 12 „	α Pegasi al E......... α Herculis al W......	—10 53.78	— 1.88
„ 20 „	α Andromedæ al E.... α Liræ al W..........	—12 6.25	— 9.06
„ 21 „	α Andromedæ al E.... α Liræ al W..........	—12 24.23	—17.98
„ 23 „	α Andromedæ al E.... α Liræ al W..........	—12 56.05	—15.91
„ 25 „	α Andromedæ al E.... α Liræ al W..........	—13 28.76	—16.35
„ 26 „	α Andromedæ al E.... α Liræ al W..........	—13 35.37	— 6.61
„ 30 „	α Andromedæ al E.... α Liræ al W..........	—13 56.09	— 5.18
Otbre. 1º „	α Andromedæ al E.... α Liræ al W..........	—14 4.08	— 7.99
„ 3 „	α Andromedæ al E.... α Liræ al W..........	—14 8.55	— 2.23
„ 6 „	α Arietis al E......... α Ophiuchi al W......	—14 12.50	— 1.98
„ 13 „	α Arietis al E......... α Liræ al W..........	—14 31,21	— 2.67
„ 24 „	α Arietis al E......... α Liræ al W..........	—14 42.51	— 1.03
„ 29 „	α Arietis al E......... α Liræ al W..........	—14 54,02	— 2.30
„ 31 „	α Arietis al E......... α Liræ al W..........	—14 58.68	— 2.33

LATITUD.

Para determinar la latitud de la estacion, hice uso de dos métodos: el de alturas de la polar y el de distancias zenitales circunmeridianas, usando el omnímetro en ambas posiciones del telescopio para cada observacion; y los resultados de ambos métodos los combiné para obtener el promedio general.

La fórmula que usé para aplicar el método de alturas de la polar, es la que se encuentra en la «Astronomía Esférica y Práctica de M. Chauvenet,» pág. 256, tomo 1º, que es la siguiente:

$$\varphi = h - p \cos t + \tfrac{1}{2}\, p^2 \operatorname{sen} 1'' \operatorname{sen}^2 t \tan h - \tfrac{1}{3}\, p^3 \operatorname{sen}^2 1'' \cos t$$

$$\operatorname{sen}^2 t + \tfrac{1}{8}\, p^4 \operatorname{sen} 31'' \operatorname{sen}^4 t \tan^3 h$$

en la que p representa la distancia polar de la estrella, t el ángulo horario y h la altura corregida de errores instrumentales y de refraccion.

Para aplicar el método de distancias zenitales circunmeridianas, seguí en todo el procedimiento del Sr. D. Francisco Diaz Covarrúbias.

Pongo á continuacion los datos y resultados obtenidos para la latitud por ambos métodos, y en seguida la combinacion de los resultados.

OBSERVACIONES DE LATITUD.

ALTURAS DE POLARIS.

FECHAS	Alturas observadas	Alturas corregidas de refraccion	Tiempo medio correcto	LATITUD
Agosº 29, 1881..	24°42′36″00	24°40′30″00	8h 50m 48s 73	+24°37′57″00
Setbre. 2 „ ..	24 35 13.75	24 32 13.68	8 11 40.67	50 53
„ 6 „ ..	24 47 00.00	24 44 54.82	8 34 9.80	43 22
„ 11 „ ..	24 50 40.00	24 48 42.90	8 24 36.80	37 28
„ 12 „ ..	24 47 43.75	24 45 46.15	8 11 1.86	40 38
„ 15 „ ..	24 40 26.90	24 38 30.00	7 39 20.49	39 00
„ 21 „ ..	25 5 20.00	25 3 24.20	8 28 33.39	44 04
„ 22 „ ..	25 38 03.80	25 36 8.80	10 28 29.42	39 52

FECHAS	Alturas observadas	Alturas corregidas de refraccion	Tiempo medio correcto	LATITUD
Setbre. 23, 1881..	25°12′ 50″00	25°10′ 54″90	8h 43m 46s 01	24°37′ 48″80
„ 24 „ ..	25 6 55.60	25 5 0.44	8 21 34.85	46.34
„ 25 „ ..	25 3 2.50	25 1 7.13	8 5 27.11	55.21
„ 26 „ ..	25 11 18.12	25 9 23.62	8 28 1.88	33.90
Ocbre. 12 „ ..	25 33 20.75	25 31 27.75	8 40 54.68	45.16
„ 13 „ ..	25 33 40.00	25 31 45.85	8 38 29.54	40.39
Promedio aritmético............				+24°37′44″32

OBSERVACIONES DE LATITUD.

DISTANCIAS ZENITALES CIRCUNMERIDIANAS.

FECHAS	ESTRELLAS	Promedio de z observada	Promedio de z corregida de refraccion	Promedio de m	Promedio de n	LATITUDES
1881						
Otbre. 12	β Cephei ...	45°24′ 41″87	45°25′37″49	66″48	0″16	+24°37′46″43
„ 13	ι Cephei ...	40 58 37.81	40 59 27.81	219. 35	0. 18	42.91
„ 24	α Pis. Austs.	54 55 16.25	54 56 34.95	244. 29	0. 21	51.85
„ 28	Idem	54 54 40.63	54 55 59.63	212. 81	0. 26	46.18
„ 28	γ Cephei ...	52 21 9.06	52 22 27.06	317. 04	0. 41	37.83
Promedio aritmético............						+24°37′45″04

Determinacion del error probable del promedio final φ = +24°37′44″68

Resultados individuales	Diferencias v.	Cuadrados vv.
24°37′ 57.00	—12″32	151.78
„ „ 50.53	— 5.85	34.22
„ „ 43.22	+ 1.46	2.13
„ „ 37.28	+ 7.40	54.76
„ „ 40.38	+ 4.30	18.49
„ „ 39.00	+ 5.68	32.26
„ „ 44.04	+ 0.64	0.41
„ „ 39.25	+ 5.43	29.48
„ „ 48.80	— 4.12	16.97
„ „ 46.34	— 1.66	2.75
„ „ 55.21	—10.53	110.88
„ „ 33.90	+10.78	116.21
„ „ 45.16	— 0.48	0.23
„ „ 40.39	+ 4.29	18.40
„ „ 46.43	— 1.75	3.06
„ „ 42.91	+ 1.77	3.13
„ „ 51.85	— 7.17	51.41
„ „ 46.18	— 1.50	2.25
„ „ 37.83	+ 6.85	46.92
	[vv]=	695.74

$$e_o = 0.6745\sqrt{\frac{695.74}{19}} = \pm 4''08$$

LONGITUD.

Para obtener la longitud, como ántes dije, usé el método de distancias lunares, rectificando ántes la posicion de los espejos del octante, y habiendo comparado sus lecturas con las del omnímetro para conocer el error de graduacion, así como determinando el error inicial cada vez que hacia observaciones de distancias lunares. Además, siempre que era posible, procuraba observar astros al E. y al W. de la Luna y á distancias lo más semejantes que era posible.

Los datos y resultados obtenidos para la longitud van á continuacion, y las observaciones fueron reducidas por el método abreviado de M. Chauvenet.

En la tabla hay una columna titulada ΔL, en la que constan las correcciones de los resultados individuales, correcciones calculadas por la fórmula:

$$\Delta \mathrm{L} = \frac{10800}{\mathrm{v}} \Delta \mathrm{G} - \frac{162000}{\mathrm{v}} \frac{\cos \delta \cos \delta' \operatorname{sen} (\alpha - \alpha')}{\operatorname{sen} \mathrm{d}_1} \Delta \alpha +$$

$$\frac{10800}{\mathrm{v}} \frac{\cos \delta \operatorname{sen} \delta' - \operatorname{sen} \delta \cos \delta' \cos (\alpha - \alpha')}{\operatorname{sen} \mathrm{d}_1} \Delta \delta$$

del tratado ya citado del Sr. Diaz Covarrúbias; y tomando para $\Delta \alpha$ y $\Delta \delta$ las diferencias entre la ascencion recta y declinacion que asigna á la Luna el Almanaque Americano (que fué el que usé), y los promedios de estas coordenadas y las que trae el Almanaque inglés para las mismas fechas y horas.

OBSERVACIONES DE LONGITUD.
ALTATA.
DISTANCIAS LUNARES.

FECHAS 1881	Astros observados	Posicion respecto á ☾	Distª corregida de errores del Octante	Limbo observº de ☾	Tiempo medio correcto	L	ΔL	L + ΔL
					h m s	h m s	s	h m s
Agosto 31	Sol limb. sup. imd.	W.	81°57′35″	Sup. inmº	3 22 57.87	7 11 23.58	— 5.94	7 11 17.64wG
Setbre. 1º	α Pegasi	E.	95 43 5	Inferior lej.	7 28 38.33	55.00	+ 5.56	„ 12 00.56
„ 6	Antares	W.	82 10 24	„ inmº	8 15 51.30	23.69	— 2.90	„ 11 20.79
„ 6	α Arietis	E.	65 16 7.5	Sup. lejano	9 13 46.05	16.75	+ 3.39	20.14
„ 8	α Piscis Australis	W.	37 51 3.0	„ „	8 44 15.65	48.85	— 1.53	47.32
„ 8	α Aquilæ	W.	62 46 40	Inf. „	9 5 27.59	58.78	— 5.40	53.38
„ 14	Sol limb. inm. sup.	E.	85 15 23.8	Sup. inmº	23 36 54.03	27.76	+ 3.70	31.46
„ 15	Id. id. id.	E.	74 43 44.5	„ „	22 9 56.97	28.81	+ 4.12	32.93
„ 27	Id. id. id.	W.	51 47 9.55	„ „	1 57 28.78	51.90	— 6.91	44.99
„ 27	α Aquilæ	E.	66 17 32.08	Inf. lejano	6 55 21.05	26.32	+13.54	39.86
„ 30	Fomalhaut	E.	55 43 34.25	Sup. „	8 11 2.91	48.69	+14.39	„ 12 3.08
„ 30	α Pegasi	E.	72 8 0.40	„ „	7 43 23.61	0.24	+ 7.45	„ 11 7.69
Ocbre. 1º	α Pegasi	E.	58 16 52.00	Inf. „	8 4 46.77	36.58	+ 5.44	42.02
„ 1º	Fomalhaut	E.	44 0 29.25	Sup. „	8 16 32.17	47.98	+11.48	59.46
„ 3	α Pegasi	E.	30 55 52.00	Inf. „	8 59 20.90	54.40	+ 1.51	55.91
„ 3	α Arietis	E.	71 31 16.66	Sup. „	8 36 39.11	52.02	+ 3.94	55.96
„ 5	α Aquilæ	W.	56 9 46.25	„ inmº	8 0 9.21	42.04	— 7.99	34.05
„ 5	Júpiter	E.	61 45 3.75	„ lejº	8 52 29.90	58.84	— 4.36	54.48
„ 6	Fomalhaut	W.	43 31 53.75	Inf. inmº	8 52 10.37	24.63	+ 5.03	29.66
„ 6	Júpiter	E.	46 55 2.00	Sup. lejano	9 6 48.25	30.60	+ 4.58	35.18
Promedio aritmético								7 11 40.33

El medio probable para la longitud lo obtuve combinando los resultados anteriores, asignando á los resultados individuales, pesos, que no son relacionados con los errores probables, sino que dependen de las condiciones de cada observacion, anotadas en el registro.

COMBINACION DE LAS DISTANCIAS LUNARES

FECHAS	Pesos p	Resultados individuales n	Diferencias v	Cuadrados v v	p. v v
		h m s	s		
Agosto 31, 1881	0.5	7 11 17 64	— 26 81	718.77	359.38
Setbre. 1º "	0.5	60 56	+ 16 11	259.53	129.76
" 6 "	0.5	20 79	— 23 66	559.79	279.89
" 6 "	0.5	20 14	— 24 31	590.97	295.48
" 8 "	0.5	47 32	+ 2 87	8.24	4.12
" 8 "	0.5	53 38	+ 8 93	78.94	39.47
" 14 "	0.5	31 64	— 12 81	164.10	82.05
" 15 "	0.5	32 93	— 11 52	132.71	66.35
" 27 "	1.0	44 99	+ 0 54	0.29	0.29
" 27 "	1.0	39 86	— 4 59	21.07	21.07
" 30 "	1.0	63 08	+ 18 63	347.08	347.08
" 30 "	....	7 69	....	....	....
Octubre 1º "	2.0	42 02	— 2 43	5.90	11.80
" 1º "	2.0	59 46	+ 15 01	225.30	450.60
" 3 "	2.0	55 91	+ 11 46	131.33	262.66
" 3 "	2.0	55 96	+ 11 51	132.48	264.96
" 5 "	2.0	34 05	— 10 40	108.16	216.32
" 5 "	2.0	54 48	+ 10 03	100.60	201.20
" 6 "	2.0	29 66	— 14 79	218.74	437.48
" 6 "	2.0	35 18	— 9 27	85.93	171.86
[p]=	23.0	$\chi_0 = 7^h\ 11^m.44^s.45$	Promedio	[p v v]=	3641.82

$$\varepsilon_1 = \sqrt{\frac{3641.82}{18}} = 14^s2 \text{ error medio para la unidad de peso.}$$

$$\varepsilon_0 = \sqrt{\frac{3641.82}{18 \times 23}} = 2^s95 \text{ error medio del promedio.}$$

Obtuve, pues, para coordenadas geográficas del campo astronómico, las siguientes:

$$\varphi = + 24^\circ\ 37'\ 44''.68$$

$$L = 7^h\ 11^m\ 44^s\ 45 = 107^\circ\ 56'\ 6''.75 \text{ W. G.}$$

Posicion geográfica del Faro.

Con las coordenadas anteriores y los valores

$$u = 58^\circ\ 50'\ 51''\ 68 \quad K = 5186.^m05$$

que resultan de la triangulacion para azimut y distancia del faro, respecto del campo astronómico, apliqué las fórmulas:

$$\varphi' = \varphi + Ak \cos u - Bk^2 \operatorname{sen}^2 u$$

$$L' = L + \frac{Ck \operatorname{sen} u}{\cos \varphi'}$$

tomadas del tratado de Astronomía y Geodesia del Sr. F. Diaz Covarrúbias, para tener las coordenadas de un vértice en funcion de las de otro vértice, conocidas, y tomando del mismo tratado los logaritmos de *A B* y *C*, resultan para coordenadas geográficas del Faro:

$$\varphi' = +\ 24^\circ\ 39'\ 11''.\ 86$$

$$L' = 7^h\ 11^m\ 54^s.\ 97 = 107^\circ\ 58'\ 44''.\ 55 \text{ W. G.}$$

Declinacion magnética.

La declinacion de la aguja fué determinada trazando el meridiano astronómico por medio del tránsito de varias estrellas, fijándose por medio de estacas y puntos fijos sobre éstas, la direccion de esa línea, cuya línea trazada por los primeros tránsitos, fué corrigiéndose con observaciones subsecuentes hasta no encontrarse diferencia.

Las estrellas cuyos tránsitos se observaron, fueron las siguientes:

Setiembre 24 1881	α Cephei
» 25 »	11 idem.
» 25 »	12 Year Catalogue 1879
» 26 »	β Cephei

Una vez obtenida la meridiana, se tomaron diez lecturas de la declinacion, poniendo la aguja en 0° y leyendo los ángulos con el limbo horizontal del transit. El promedio de estas lecturas dió para la declinacion

9° 58′ 30″ E. en Setiembre 27 de 1881.

Por medio de la misma meridiana se midió repetidas veces el azimut de la línea *E-D*, cuyo promedio es el que usé en las fórmulas que acabo de mencionar.

Datos hidrográficos.

La hora de la alta marea en la llena de Octubre, fué $10^h\ 30^m$ ó $13^h\ 52^m$ ántes del tránsito superior de la Luna. Esta observacion fué hecha enfrente de la casa de Roiz, que era donde estaba instalado el imperfecto escandallo de que podiamos disponer, aparato que consistia en una regla dividida en piés ingleses, puesta sobre un imperfecto flotador y dentro de un tubo de madera, sobre cuya tapa superior habia una ranura para el paso de la regla que subia y bajaba con los movimientos de la marea; pero esos movimientos no correspondian á la exactitud teórica por defectos de construccion que no era posible remediar por falta de elementos.

Con este aparato determinamos aproximadamente el desnivel de las mareas, que no llegó á ser más que de 5.8 piés en máximo. Los prácticos del lugar aseguran, sin embargo, que en algunas ocasiones pasa de seis piés.

Antes de continuar, debo advertir que los datos hidrográficos que pude obtener, no son tan numerosos ni abrazan todas las épocas que seria necesario para formarse una idea precisa de las condiciones de la localidad, y mucho ménos para poder formar el proyecto de las obras del mejoramiento del puerto. Este estudio que, como en otras ocasiones, he tenido ya la honra de manifestar á vd., será emprendido en mayor escala y con mejores elementos que los que ahora estuvieron á mi alcance, por el Superintendente de los trabajos del ferrocarril de Sinaloa y Durango, cuando tengan á su disposicion botes salvavidas (indispensables para sondear los bajos y reventazones) y el remolcador de vapor que debe llegar próximamente á Altata, segun me ha manifestado Mr. North; así como aparatos propios para medir las mareas, para descubrir las corrientes y contracorrientes, y determinar su velocidad, para reconocer la naturaleza del fondo en toda la extension de la bahía y la barra, etc., datos todos imprescindibles para la solucion del problema.

Habiendo carecido de todos estos elementos, y no contando más que con un pequeño bote perteneciente á la seccion aduanal de Altata, cuyo jefe tuvo la bondad de ponerla á mi disposicion, pude practicar algunos sondeos, y medir en varias ocasiones y en distintos puntos del canal, la velocidad de las corrientes de entrada y de salida.

Velocidad de las corrientes.

Éste, que es uno de los más importantes datos del problema, así como la direccion de ellas, fué asunto de algunas determinaciones.

Con ocho flotadores, lastrados convenientemente con plomo, para que no presentaran cuerpo á la accion del viento, y señalados con banderas, escogimos un tiempo sereno para medir la velocidad de la corriente de entrada en la superficie, de la manera siguiente: anclado el bote que tenia los flotadores en el centro del canal, y en una direccion perpendicular á una línea trazada y medida en la playa, paralela á la direccion de la corriente (una parte de una de las líneas del estudio para el trazado del ferrocarril, de 500 piés); los tripulantes de ese bote, bajo la direccion del ingeniero del ferrocarril, J. M. Rüdiger, soltaban los flotadores á intervalos iguales de tiempo, de cinco en cinco minutos, haciendo en el momento de soltarlos, una señal perceptible para que un observador (el que suscribe), estacionado en tierra, en el otro extremo de la línea anotara los tiempos de la partida y de la llegada de los mismos flotadores á la perpendicular tirada á la línea de la playa en el punto de observacion, y cuya perpendicular estaba marcada por la direccion del telescopio de un transit, con el cual observaba la llegada de los flotadores. De esta manera se obtenian las velocidades de todos los flotadores, cuyo promedio dió, para la corriente de entrada (en marea de cuadratura), una velocidad de 1.75 millas por hora, ó sea de 0.^{m}90 por segundo.

Al siguiente dia, con una corredera de madera y cordel, regularmente compensada, se observó la velocidad de la corriente de salida, que resultó de 2.25 millas por hora, ó 1.^{m}33 por segundo, promedio de cuatro determinaciones.

Como segun informes de algunos vecinos del puerto, la corriente de salida llega á adquirir una velocidad hasta de cinco y seis millas, esperamos las mareas de la llena para volver á observarla; y á pesar de que entónces (en la llena de Setiembre) la corriente era muy fuerte á la vista, no dió á la corredera más que 2.75 millas por hora, ó 1.^{m}59 por segundo.

Acaso en alguna otra época del año la corriente sea más fuerte.

De las anteriores determinaciones resulta, para la velocidad en la superficie en la corriente de salida, y en el eje del canal que sigue una direccion paralela á la playa, con muy pequeñas desviaciones locales, 2.5 millas por hora, ó 1.^{m}33 por segundo.

Otro de los puntos importantes del problema, es la cuestion del movimiento de los bajos de arena de la barra, movimientos que los prácticos aseguran que se verifican á menudo.

No disponiendo de tiempo suficiente ni de elementos para comprobar experimental y directamente la exactitud de ese aserto, me pareció que podria dar, por lo ménos, el primer paso, comparando algunos sondeos practicados en época anterior con los que pudieran practicarse. Para el efecto contaba con un plano de la barra en el que constan algunos sondeos, ejecutado por Mr. J. Warr, de la marina real inglesa en 1864; y si esos trabajos son correctos, el resultado de la comparacion no acusa movimientos notables desde aquella fecha, por lo ménos á lo largo del canal. El sondeo del canal se practicó como sigue:

El capitan del vapor nacional «Zaragoza,» Sr. Bernardo Romero, se prestó gustoso á dar su cooperacion para este sondeo, y el plan de operaciones se concertó así:

Mr. J. M. Rüdiger, ingeniero de la Empresa del ferrocarril, debia estacionarse en el punto elegido para el faro, con un transit y un reloj de segundos. El que suscribe debia instalarse en el punto marcado en el plano con la letra *B*, con un octante y otro reloj. De esta manera la línea *B D* serviria de base para fijar por intersecciones los puntos en que el capitan del «Zaragoza» hiciera los sondeos, á intervalos iguales de tiempo, de tres en tres minutos, contados en un reloj que de antemano se arregló á la indicacion de los relojes de los observadores de tierra, que igualmente se arreglaron de antemano, habiéndose comparado sus

marchas relativas con el fin de practicar las observaciones simultáneamente. La señal para comenzar los sondeos debia darla el vapor con su silbato, comenzando aquellos y las observaciones angulares simultáneas, cinco minutos despues del momento de la espiracion del sonido del silbato. Esta señal debia darse de la manera más clara, y los observadores debian tener en cuenta la distancia del buque á su respectiva estacion, en el momento de la señal (punto fijado tambien de antemano, cuyas distancias á las estaciones se conocian por la triangulacion), para tener en cuenta la velocidad del sonido.

Este plan se llevó adelante con toda escrupulosidad; y por las pequeñísimas diferencias de tiempo en las observaciones, que se encontraron despues al comparar los dos registros, se hizo la interpolacion para reducir una serie al tiempo de la otra. Las diferencias que en algunas de las lecturas se encontraron respecto de sus correspondientes de la otra estacion, eran sumamente pequeñas; y además, la lenta marcha del vapor hacia que esas diferencias, aun sin la interpolacion, fueran casi despreciables.

Los resultados de este sondeo del canal constan en el plano; y las profundidades están expresadas en brazas para que puedan ser de alguna utilidad á los marinos, que usan exclusivamente esa unidad para expresar sus sondeos.

En otra ocasion, á la vuelta del vapor al puerto, repitió su capitan el sondeo, cargándose al bajo aislado que se ve en el plano, y las profundidades que en esa vez obtuvo concuerdan, lo mismo que las que se practicaron ántes, con las obtenidas por Mr. J. Warr, que están marcadas en el plano con tinta roja.

En otra ocasion se organizó otra expedicion de sondeo, bajo el mismo plan que la anterior, usándose una chalupa que salió á las órdenes del piloto capitan Marec. Los resultados de este sondeo constan tambien en el plano.

Todas esas alturas de agua están reducidas á la altura média de la marea por medio del desnivel medio aproximativo de las mareas y de la hora média de las observaciones y el estado de la marea.

De estas operaciones resulta, pues, que el canal no ha variado de una manera notable desde 1864, ni en profundidad, ni en di-



reccion; aunque los datos obtenidos no son suficientes para dar esta conclusion de una manera definitiva.

Respecto de los movimientos de los bajos mismos, que segun los prácticos sufren modificaciones constantes, nada puede decirse ahora de cierto, y nada se podrá decir hasta que con los botes salvavidas puedan hacerse sondeos sobre los bajos mismos. Los contornos de éstos se situaron en el plano por medio de intersecciones tomadas desde los puntos fijos de tierra, observando las reventazones perfectamente perceptibles, levantándose en ellas las olas con gran furia, y elevándose á veces á veinte y veinticinco piés de altura.

Otro de los datos importantes respecto de esa barra es la naturaleza del fondo. Se encuentra lodo y buen anclaje en la bahía hasta una distancia média de un kilómetro al W.N.W. de la poblacion, y de ese punto hasta la entrada de la barra, el anclaje es difícil, casi imposible, y el fondo es de arena. Este hecho (si son exactos los informes de los pilotos) indica que las sustancias en suspension que arrastran consigo las aguas del rio de Culiacan, que desemboca en la bahía de Altata á 24 kilómetros al E.S.E. de la poblacion, no tienen influencia apreciable en la formacion de la barra, pues no encontrándose sobre ésta esas sustancias, es claro que se depositan ántes de llegar á la barra, en toda la extension de la bahía, cuyas aguas, relativamente tranquilas, favorecen ese depósito.

Formacion de la Barra.

De los datos adquiridos prácticamente, y por los informes, más ó ménos dignos de fe, que he tenido ocasion de citar, llegué á adquirir casi la certidumbre de que la barra de Altata no es, como hasta ahora se habia creido por la generalidad, de la misma naturaleza que las que se forman en las desembocaduras de los rios por el depósito de los detritus que las corrientes de éstos traen en suspension, y que, al llegar á la desembocadura, por el encuentro repentino de las corrientes con las aguas del mar, pierden aquellas su fuerza viva, y las sustancias en suspension se depositan y acumulan formando esas terribles barreras para la navegacion.

La barra de Altata, en mi concepto, debe su orígen á otra causa, más difícil de combatir, y más costosa para neutralizarse: las fuertes marejadas á la entrada de la bahía, enteramente expuesta al mar, y la accion combinada de las corrientes litorales, probablemente variables en direccion é intensidad, de una estacion á otra, son los agentes á que aquella barra debe su orígen; y los cambios de posicion en los bajos de afuera, si la exactitud de estos cambios se comprueba, no podrán explicarse sino por la incontrastable fuerza de la mar de leva que viene con los vientos del E.S.E. y del W.S.W., durante la estacion de aguas; durante cuya estacion son los vientos dominantes.

Esta teoría de la formacion de las barras, aunque no muy popular, no es por eso ménos racional y comprensible.

En los lugares en que la entrada á una bahía (como la de que me ocupo) está tan expuesta á una mar revoltosa, como la del Golfo de Cortés, sobre todo en la estacion de lluvias, y cuyo litoral está sin cesar recorrido por arenas movedizas, se comprende sin dificultad que en las rápidas oleadas de la marea entrante, las arenas que vienen en suspension en las aguas del Golfo, entren violentamente en la bahía, en donde la ola de marea se extiende perdiendo parte de su velocidad inicial al encontrarse con las aguas más tranquilas de la bahía. La pérdida de velocidad produce pérdida en la fuerza viva, y las arenas se depositan formando la barra. Es el mismo principio de la formacion de las barras en los rios, solamente que los agentes obran, en ambos casos, en sentidos opuestos.

Mejoramiento de la Barra.

Del orígen probable de la barra de Altata se desprende que el principio fundamental que debe presidir á las obras que pudieran emprenderse para su mejoramiento, tiene que diferir esencialmente de aquel en que se fundan las que han estado en uso para mejorar las barras de los rios; en cuyas obras se procura aprovechar toda la fuerza de la corriente misma del rio, encajonándola por medio de diques y rompe-olas, con lo que se consigue dar al mismo volúmen de agua mayor fuerza erosiva, y ha-

ciendo que las obras que encajonan la corriente, se avancen fuera de la barra, hasta una profundidad suficiente para que las arenas arrastradas, ó bien se depositen en una profundidad de agua suficiente para que no sea de temerse la formacion de una nueva barra más adelante, ó bien sean arrastradas por las corrientes litorales.

Admitido que la formacion de la barra de Altata se debe á la accion de las corrientes de marea, cuyo choque levanta las arenas á la entrada para depositarlas más adentro, las obras que pudieran prevenir ese choque directo, impedirian la subsecuente llegada de las arenas á la barra; y las que pudieran proyectarse con objeto de permitir el libre acceso al interior de la bahía, de toda ó la mayor parte de la marea de entrada, á la vez que obligaran á ese volúmen de agua á seguir un trayecto determinado y más reducido, en la marea de salida, producirian sobre la barra, en mi opinion, el mismo efecto erosivo que las corrientes de los rios, encajonadas artificialmente en sus desembocaduras.

Son pues dos clases de obras las que deberian, en mi concepto, emprenderse: primeras, obras de defensa contra el choque directo de las marejadas, á la entrada de la barra; y obras que limitaran la seccion trasversal de la marea de salida; sin que, hasta donde fuera compatible, se disminuyera el volúmen de la marea de entrada.

Estas dos clases de obras son las que están diseñadas en el plano con tinta azul: 1º Un dique saliente fuera del nivel de alta marea, y prolongado á cierta distancia, siguiendo el contorno exterior del bajo conocido por «Cabo de Hornos.» El objeto de que esta parte del dique sea saliente es, á la vez que ayudar á la defensa de la playa de tierra firme contra la accion directa de la mar del Sur, el de ayudar más eficazmente á la remocion de una pequeña barra interior que, segun los sondeos, se nota en la vuelta del canal enfrente del punto destinado al faro.

2º En prolongacion de ese dique saliente, otro dique sumergido, que se prolongaria hasta el bajo aislado. Ese dique ahogado permitiria el libre acceso á la marea de entrada, y encajonaria la de salida. Finalmente, partiendo del bajo aislado, otra porcion de dique sumergido ó escollera, en una direccion perpen-

dicular á la de los vientos y marejadas impetuosas de los temporales; obra que detendria el choque directo de las marejadas contra la entrada de la barra, minorando, por lo tanto, la resaca. Sobre el bajo del N.W. otro dique semejante y paralelo al anterior.

La espiga, señalada tambien con tinta azul enfrente del faro, tendria por objeto defender ese punto contra el choque de la corriente, pues aun ahora ya está bastante expuesto por la vuelta que allí da el canal.

El efecto del aumento en la fuerza de la corriente de salida deberá hacerse bastante sensible sobre la playa arenosa y acantilada del lado de tierra, playa que, segun las tradiciones, ha venido retirándose casi de año en año, cediendo á la accion de la corriente; y no seria remoto tambien que esas arenas arrastradas de la playa, vengan á aumentar sin cesar, por lo ménos una parte de ellas, el caudal de las que forman la barra.

Tanto con el fin de cegar este foco de alimentacion de arena para la barra, como para garantizar la permanencia de las construcciones que en lo sucesivo se establezcan cerca de la orilla del agua, será indispensable un sistema de revestimiento á lo largo de la playa; sistema que ya está en via de experimentacion por la Empresa del ferrocarril con objeto de defender sus muelles, estaciones y via, y que podrá ser eficaz y no muy costoso, haciéndolo con enfaginado tosco, lastrado y anclado con estacas, entre los niveles de alta y baja marea.

De paso, creo conducente hacer constar que es más que probable que el actual estado de atierre en que se encuentra la antigua bahía de Puerto Viejo (en donde hace doce ó quince años entraban fácilmente embarcaciones de seis á ocho piés de calado, y en la actualidad navegan con trabajo las canoas) debe atribuirse exclusivamente á la retirada de la playa, cuyas arenas han sido arrastradas por las corrientes de salida, y depositadas allí; circunstancia que, en época reciente, obligó á los pobladores establecidos en Altata Viejo á abandonar aquel puerto y venirse á establecer en el lugar que ahora ocupan.

Como ántes he tenido ocasion de manifestar, los datos hasta ahora adquiridos están muy léjos de bastar á la formacion de

un proyecto para obra tan importante y costosa como será la que alguna vez se emprenda con objeto de mejorar la entrada de la bahía de Altata. Por consiguiente, las anteriores indicaciones no me atrevo á presentarlas á la Secretaría de Fomento sino como un primero y rudo bosquejo, hijo de la idea, sin duda imperfecta, que pude formarme de la cuestion; idea que, repito, no puede ménos que ser hasta ahora incompleta, embrionaria.

Por lo mismo, es fácil de comprender la dificultad de presentar por ahora un presupuesto, ni aun rudamente aproximativo, de las obras bosquejadas, pues á la falta de datos para la formacion del proyecto, se reune la absoluta respecto del costo que podrá tener la unidad de obra, máxime cuando las condiciones sociales y mercantiles de aquel puerto están llamadas á sufrir modificaciones tan rápidas como radicales, con motivo del establecimiento de la via férrea en construccion.

Como complemento de este primero é incompleto estudio, pondré á continuacion algunos resultados hidráulicos aproximativos, referentes á la bahía de Altata.

Obtenida experimentalmente la velocidad en la superficie, y siendo en promedio de 1.^{m}34 ó 52.″8 pulgadas inglesas por segundo, aplicando la fórmula de Dubuat para deducir de ésta la velocidad média, y tener el gasto por segundo, se obtiene:

Fórmula de Dubuat, tomada de la obra «Canal and river Engineering—David Stevenson.»

$$V = 0.8 \frac{\alpha + \beta}{2}, \text{ y } \beta = (\sqrt{\alpha} - 1)^2;$$

en la cual

V = velocidad média que se busca,

α = idem superficial observada,

β = idem en el fondo (velocidades expresadas todas en pulgadas por segundo).

Haciendo la aplicacion se obtiene:

β = 39.19 pulgs. ingls. = 0.^{m}99

V = 36.79 „ „ = 0. 93 (velocidad média práctica.)

Gasto por segundo en la actual condicion de la bahía.

h = 36 piés ingleses = 10.^{m}97, profundidad média de la seccion média.

S = 414000 piés cuadrados = 38452 metros cuadrados, área média de la seccion (segun un plano de la bahía levantado por el ingeniero Sr. Mariano Martinez de Castro, del que acompaño copia, y diversos sondeos practicados).

G′ = 1266840 piés cúbicos = 35760.4 metros cúbicos por segundo (gasto teórico).

G = 760104 piés cúbicos = 21456.24 metros cúbicos por segundo (gasto práctico con el coeficiente 0.6).

La fuerza viva de este volúmen de agua sobre la barra será, pues,

F = 2.510292 kilográmetros, tomando próximamente 1 k = 2 libras.

Como la fuerza viva es proporcional al cuadrado de la velocidad, y ésta acaso se duplicaria reduciendo la seccion de salida por medio del sistema de diques indicado, la fuerza viva, y por consiguiente la fuerza erosiva, creceria sobre el fondo de la barra en la proporcion dicha.

A pesar de todo lo expuesto, voy á referirme al competente ingeniero Mr. David Stevenson, para corroborar mi aserto acerca de la dificultad que presentan esta clase de barras para mejorarse con obras de arte, y de la incertidumbre en los resultados de éstas. En su obra ya citada, págs. 284 y 285, dice así:

« Poco se ha intentado el mejoramiento de la entrada de tales esteros ó bahías (que forman barras por la accion de las marejadas) con obras artificiales; seguramente, en parte, por el gran costo que alcanzaria tal operacion, y en parte, por motivo de la dificultad de predecir qué efecto podrán producir semejantes obras en las corrientes de marea, en situaciones tan expuestas al mar, y hasta qué punto podrá ser benéfica ó perjudicial cualquiera modificacion en la corriente. La tendencia ha sido más bien, en tales casos, de confiar en el poder erosivo natural de las corrientes de marea, é indicar á los buques, con un buen sistema de boyas y luces, el camino navegable que debe seguir el marino para encontrar suficiente agua á la hora más propia de la marea, para conducir su buque sobre la barra y llevarlo á su destino. . . .»

Segun estas indicaciones, muy dignas de considerarse, por venir de una autoridad en la materia, lo que por lo pronto conven-

dria hacer en el puerto de Altata, es establecer cuanto ántes el faro, y señalar con boyas no solamente los bajos de afuera, sino todo el canal de entrada; pues segun el sondeo de él, tiene en toda su extension, aun sobre la cresta de la barra, profundidad bastante (2.5 brazas) para el calado de casi todos los buques que pueden por ahora visitar el puerto. Y si, como es probable, el arte del constructor naval sigue progresando como hasta aquí, no será remota la época en que se construyan buques de cinco y seis mil toneladas de porte, cuyo calado no exceda de la profundidad de agua que ahora se encuentra en aquella barra; pero, repito, es indispensable señalar el canal con un buen sistema de buenas boyas, principalmente sobre la cresta de la barra, porque la menor desviacion allí puede hacer que toquen el fondo aun buques de poco calado.

Si al sistema de boyas se agregara otro de pequeñas luces flotantes, la entrada seria practicable durante la noche.

Con los artificios indicados, y habiendo en el puerto uno ó dos remolcadores de vapor, como el que ha pedido á Inglaterra la Compañía del Ferrocarril, y que muy próximamente deberá llegar á Altata, la navegacion de la barra reportaria una incalculable mejora.

Eleccion del punto para el faro.

Las condiciones que en esa eleccion se tuvieron presentes, fueron dos principales: 1ª Elevacion sobre el nivel del mar é inmediacion á la playa. 2ª La mejor situacion relativamente al canal de entrada.

Parece que la naturaleza estableció intencionalmente en un lugar visible en toda la extension del canal, enfrente de él y á la orilla del mar, el médano más alto de los que á las inmediaciones se encuentran. Su altura, determinada por una cuidadosa nivelacion, es de 7.77 (siete metros setenta y siete centímetros) sobre el nivel medio del mar; de modo que estableciendo allí una luz sobre una construccion de 12.ᵐ19, como la que Mr. Edward P. North ha mandado construir de fierro, quedará la luz á una altura total sobre el nivel del mar de 19.ᵐ96, cuya altura la hará vi-

sible á una distancia de 9.83 millas ó de 18 kilómetros, suficiente para iluminar la barra.

El médano sobre el cual se establecerá el faro, está ya en parte consolidado por el enraizamiento de varias plantas rastreras de que está cubierto; pero no obstante, creo que para garantizarlo mejor contra los temporales, seria conveniente, además de la pequeña espiga indicada en el plano, revestirlo de enfaginado del lado del mar. El Superintendente del Ferrocarril, en mi opinion, no tendrá inconveniente en poner el revestimiento, aunque no sé hasta qué punto estará de acuerdo en la construccion de la pequeña espiga.

Con estos ligeros apuntes creo haber llenado, hasta donde ha sido posible, el delicado cometido que la Secretaría del digno cargo de vd. se sirvió confiarme; y si no son la relacion de trabajos completos, como hubiera sido mi deseo, suplico á esa Secretaría se sirva tener en consideracion la falta de tiempo y elementos á que me he referido en el cuerpo de esta Memoria; así como el objeto que me propuse al emprenderlos con tan exíguos elementos, que no fué otro que el de hacer el estudio preparatorio que servirá acaso de base al estudio formal que despues se emprenda sobre el mismo asunto.

APÉNDICE.

Para completar esta reseña, voy á dar á continuacion los resultados de las diferencias de tiempo obtenidas en mi viaje de regreso, entre Altata, Culiacan y Mazatlan, cuyos resultados, tambien imperfectos, por no ser resultados de un viaje redondo, como seria por lo ménos necesario, siempre serán una primera aproximacion para la longitud de Culiacan (de la que no tengo noticia se hayan hecho aún determinaciones directas) y una comprobacion del resultado obtenido para la de Altata, por las observaciones directas de distancias lunares.

El dia 3 de Noviembre, á mi salida de Altata, el error absoluto de mi reloj era:

$$\triangle t = -15^{m}05.^{s}67, \text{ y su marcha en } 24^{h} = -2.^{s}33$$

El dia 5 del mismo mes, en Culiacan, el error absoluto, determinado por observacion del mismo par de estrellas que usé la última vez en Altata *(α Arietis* y *α Lyræ.)*

$$\triangle t' = -13\ 9.^s74.$$

La marcha, por la observacion del dia siguiente (6 de Noviembre) del mismo par, era:

$$\text{marcha} = -5^s20 \text{ en 24 horas.}$$

Tomando como marcha média diaria durante el viaje el promedio de ambas marchas $= -3.^s76$, en dos dias hacian $v(t'-t) = -7^s42$, que restado del error en Culiacan el dia 5, daban para el valor de $\triangle t'$, reducido al momento de la partida de Altata, $= -13^m2.^s32$; y restando este valor de $\triangle t'$ del de $\triangle t = -15^m5^s.67$ al partir de Altata da para diferencia de tiempo entre Altata y Culiacan

$$L - L' = -2^m3.^s35,$$

lo que da para Culiacan una longitud (dependiente de la que se obtuvo para Altata), igual á

$$L' = 7^h9^m41.^s10 \text{ W. de G.}$$

En los dos dias de mi permanencia en aquella capital, hice cuatro observaciones de latitud; dos por alturas de *Polaris*, y dos circunmeridianas de *Fomalhaut*, cuyo promedio es de

$$\varphi = +24^\circ\ 48'\ 03.''62.$$

En Mazatlan, el dia 11 de Noviembre comparé mi reloj con el cronómetro del Observatorio, y le hallé un error absoluto de

$$\triangle t = -9^m26.^s19$$

respecto del tiempo de Mazatlan.

Por la comparacion que hice los dias siguientes, le encontré una marcha en 24 horas, de $-5.^s85$, y tomando como marcha diaria en los dias de mi viaje entre Culiacan y Mazatlan, el promedio entre esta marcha y la que tenia en la capital, que era de $-5.^s20$, tuve una marcha diaria de $-5.^s52$, que en cinco dias

trascurridos en mi viaje, hacen una correccion de — 27.ˢ60 que debe restarse del error en Mazatlan para reducirlo á lo que seria á la salida de Culiacan: hecha la resta, se encuentra

$$\Delta t' = -8^{m}58.^{s}59$$

que restado del error en Culiacan el dia 6 de Noviembre

$$-13^{m}14.^{s}94 \text{ da}$$

$$\Delta t - \Delta t' = -13^{m}14.^{s}94 - (-8^{m}58.^{s}59) = -4^{m}16.^{s}35$$

para diferencia de tiempo entre Culiacan y Mazatlan; lo que da para el Observatorio de este último punto una longitud, dependiente siempre de la de Altata, de

$$L'' = 7^{h}5^{m}24.^{s}75 \text{ W de G.}$$

Por las últimas determinaciones se ha obtenido para el Observatorio una longitud de $= 7^{h}5^{m}35^{s}$, luego la de Altata resulta con con una aproximacion de

$$+10.^{s}25,$$

considerando correcta la del Observatorio de Mazatlan.

Mazatlan, Noviembre 21 de 1881.

FIACRO QUIJANO.

VIAJE Á EUROPA

EN COMISION ASTRONÓMICA.

INFORME QUE EL INGENIERO ANGEL ANGUIANO

Director del Observatorio Astronómico Nacional Mexicano

PRESENTA

A LA SECRETARIA DE FOMENTO

INTRODUCCION.

Al escribir esta Memoria, paréceme conveniente insertar en ella todos aquellos documentos que, además de tener una relacion muy directa con mi viaje á Europa, pueden servir para la historia del Observatorio Astronómico Nacional de México. Es éste un establecimiento de tanta importancia, lo juzgo de tanta utilidad para los adelantos científicos de mi país y en tan íntima relacion con muchos de los progresos materiales que comienzan á iniciarse entre nosotros, que no creo deber omitir nada de lo que se relaciona con el adelanto y progresivo desarrollo del Observatorio. Al haber sido encargado de su direccion, fijéme desde luego, como regla de conducta, proponer al Supremo Gobierno todo cuanto creyera que redundaba en beneficio del Observatorio, ó que considerara como una necesidad para él: es, por otra parte, el deber ineludible del que se encuentra al frente de un establecimiento cualquiera que sea. En virtud de este principio dirigí al Gobierno la siguiente comunicacion, siendo Ministro de Fomento el Sr. General D. Porfirio Diaz.

«C. Ministro: Aunque ya he tenido ocasion de hablar, tanto con vd. como con el C. Oficial Mayor de esa Secretaría, sobre la importancia, necesidad y aun compromiso nacional de dotar á este Observatorio con los instrumentos indispensables para la observacion del próximo paso de Vénus por el disco solar, me creo con el deber ineludible de exponer en comunicacion oficial las razones que imperiosamente reclaman el gasto sobre todo de un grande anteojo con movimiento paraláctico, para que, si lo tiene vd. á bien, se sirva elevarlas al conocimiento del C. Presidente de la República, por interesarse en ello el mismo honor nacional. El raro é importante fenómeno que con ansia aguarda la ciencia, buscando en él lo que podiamos llamar el metro celeste ó astronómico, debe tener su verificativo el dia 6 de Diciembre de 1882. Ese fenómeno no volverá á repetirse sino pasados 121 años y medio. Toca en suerte á la generacion actual presenciar dos veces el deseado fenómeno, y la ciencia se prepara con todos los recursos de que puede ya disponer, gracias á los grandes avances que ha hecho, tanto en la parte práctica y mecánica, como en la especulativa, para que en la segunda observacion que le toca hacer pueda llegar á un grado de exactitud mayor que el que ha alcanzado en los anteriores, y resolver tal vez algunas otras cuestiones tambien importantes, que por incidencia puedan estar enlazadas con la principal. En el anterior paso de Vénus el Gobierno mexicano tuvo el acertado pensamiento de enviar al Japon una Comision que supo dar á México el honor que le corresponde entre las naciones cultas. En el próximo paso el fenómeno es visible en la República Mexicana; y recuerdo que el pensamiento capital que guió al Supremo Gobierno al decretar la instalacion de un Observatorio Astronómico Nacional, fué el de que, pasados pocos años, México debia, por un compromiso solemne ante el mundo científico, tener arreglado el local á propósito para tal observacion, y que llenase además las miras de un Gobierno verdaderamente ilustrado. Pues bien, C. Ministro, el Observatorio está bastante adelantado, y bajo tal pié, que ha recibido grandes elogios de cuantas personas lo han visitado, contándose entre ellas un gran número de ilustrados extranjeros. Está, además, ya en relacion con casi todos los Observatorios del mundo, de quienes

ha recibido tambien frases benévolas y estimuladoras, referentes á los trabajos que hasta ahora ha podido llevar á cabo. Toca por lo mismo al Gobierno completar su pensamiento, iniciando un gasto de todo punto necesario, para que la Cámara, en su alta sabiduría, lo decrete. Me permito tambien llamar la atencion de vd. sobre la premura del tiempo. Sólo se debe contar con veinte meses, dentro de los cuales hay que mandar hacer el instrumento, concluir el torreon destinado á él, y montar el aparato con la debida anticipacion para los estudios preparatorios.

Aunque el costo de la paraláctica es el principal, no debemos olvidar otros que, aunque relativamente pequeños, se refieren á instrumentos tambien del todo indispensables para los estudios de astronomía física, como son los espectroscopios y los útiles necesarios para la fotografía celeste.

Es conveniente tambien mandar hacer un círculo meridiano, cuyo lugar quedará ya listo dentro de poco tiempo.

La cantidad que en mi concepto debe destinarse en el próximo año fiscal, para la compra de los mencionados instrumentos, no podrá ser menor de treinta mil pesos; pero debiendo dar desde luego los pasos conducentes para el arreglo de su fabricacion.

Penetrado, como debe estar el Supremo Gobierno, de las razones que sucintamente he señalado, aguardo tranquilo la resolucion del Supremo Magistrado de la nacion, que nunca permitiria que se perdiese la brillante ocasion que va á presentarse en su período, para dar otra prueba más al mundo civilizado de sus elevadas miras y de su proteccion á todo lo que da honra al país.

Libertad y Constitucion. Chapultepec, Febrero 10 de 1881.»

El Supremo Gobierno se sirvió aceptar mis indicaciones, dando á la comunicacion anterior la respuesta que sigue:

«Ministerio de Fomento, Colonizacion, Industria y Comercio. —México.—Seccion 1ª—Núm. 769.—El Presidente de la República, á quien dí cuenta de la comunicacion de vd., de 10 de Febrero último, ha tenido á bien disponer, aceptando sus indicaciones, que se den los pasos necesarios para la adquisicion de un ecuatorial, siendo innecesaria para el objeto la consignacion de una partida especial en el presupuesto. En tal virtud, y por acuerdo del mismo Presidente, se confiere á vd. la comision para que, yen-

do al extranjero, visite las fábricas de instrumentos científicos é investigue las condiciones con que deba construirse el ecuatorial, así como su precio, el tiempo en que deba estar terminado y demas detalles propios del asunto. Obtenidos que sean estos datos, propondrá vd. al Gobierno el proyecto y presupuesto de los gastos que se han de erogar, á fin de que el Observatorio Nacional quede dotado convenientemente de una mejora de tanta importancia.

Igualmente recomiendo á vd. que durante su viaje visite los principales Observatorios astronómicos, é inquiera los preparativos que en ellos se hagan para la observacion del próximo paso de Vénus, proponiendo despues al Gobierno los instrumentos que han de comprarse para las observaciones espectroscópicas y para la fotografía celeste.

Además del sueldo que vd. disfruta como Director del Observatorio, se le asigna la cantidad mensual de trescientos pesos para gastos de viaje, dándose con esta misma fecha la órden correspondiente por conducto de la Secretaría de Hacienda, para que desde luego se ministren á vd. 1,800 pesos que corresponden á seis meses, tiempo en que se fija la duracion de su viaje.

Libertad y Constitucion. México, Mayo 13 de 1881.—*M. Fernandez*, Oficial Mayor.»

El Sr. Landero y Cos, Ministro de Hacienda que era entónces, acogió tambien la idea con entusiasmo; así es que en una semana quedé despachado en la Tesorería y listo para emprender mi viaje, que desde luego me fijé debia comenzar por Inglaterra, por existir en aquel país fábricas de las más aventajadas en la construccion de instrumentos científicos, y el Observatorio Astronómico más caracterizado.

El «Nankin,» que era el vapor más inmediato que podia aprovechar, debia partir de Veracruz el 26 de Mayo con direccion á Nueva-York, en donde sin mucha pérdida de tiempo, podia encontrar pasaje para Liverpool; así es que preparé mi partida para el 24 en la noche, como tuvo lugar en efecto, llegando á Veracruz el 25 y embarcándome inmediatamente para disminuir, por lo ménos, el peligro del vómito, que en aquellos dias estaba haciendo estragos espantosos. Nuestro vapor no pudo terminar su descar-

ga sino hasta el dia siguiente, y la partida no pudo tener lugar por lo mismo sino hasta el 27 á las cinco de la mañana. En Nueva York, adonde llegamos el 9 de Junio, habia tal afluencia de pasajeros para Europa, que no pude encontrar pasaje sino en el City of Richmond, cuya marcha estaba fijada para el dia 16 del mismo Junio, como en efecto tuvo lugar. El 26 amanecimos en Liverpool, y al dia siguiente me encontraba por fin en la gran capital del Reino Unido.

Mis primeros pasos en Lóndres fueron dirigidos á la fábrica de Troughton & Simms, por ser ésta una de las más acreditadas y cuya bondad en la construccion de los instrumentos me era perfectamente conocida, pues dos de los instrumentos del Observatorio de Chapultepec, un altazimut de dos piés de diámetro en los círculos horizontal y vertical, y un anteojo zenital, habian salido de aquella fábrica. Además, la mayor parte de los instrumentos que han usado los ingenieros mexicanos, sobre todo en comisiones geográficas, llevan el nombre de aquella fábrica, y todos han estado de acuerdo en concederles una justa superioridad á los de otras fábricas, tambien de nombre, europeas y americanas. El Sr. Simms, que es el jefe actual de la casa, me manifestó desde luego los inconvenientes con que tropezaba para poder encargarse de la construccion del grande ecuatorial, en vista de las medidas que le manifesté debia tener. Él podia encargarse de la construccion del círculo meridiano, del que tambien le habia dado las medidas que deseaba que tuviese.

El Sr. Simms me indicó la fábrica de Grubb, establecida en Dublin, como la que él creia debia preferirse para la construccion de aquel instrumento, por ser especialista en ecuatoriales. Los trabajos de la mencionada fábrica eran ya bastante conocidos, no solamente en Observatorios é Instituciones científicas de Inglaterra, sino en varios Observatorios notables del extranjero, como en Bruselas, Potsdam, Viena y otros, estando en via de concluirse el grande ecuatorial de 27 pulgadas de diámetro en el objetivo para el Nuevo Imperial y Real Observatorio de Viena. El Sr. Grubb habia sido además agraciado con la medalla de oro en la exposicion de Paris de 1878, por su precioso ecuatorial de 8 pulgadas de abertura y 3 yardas próximamente de distancia focal.

El periódico científico inglés titulado *Engineering*, decia en su número del 10 de Octubre de 1879, lo siguiente: «El nombre de Mr. Howard Grubb es ya una garantía suficiente de que la perfeccion del sistema para el manejo de todo instrumento, es digna bajo todos aspectos de su original y hermoso diseño, y nosotros debemos felicitarle, tanto al tener la oportunidad de manifestar hasta qué grado la ciencia puede economizar por el refinamiento y perfeccion en la mecánica moderna, el precioso tiempo del observador de los astros, como por el éxito en la construccion del ecuatorial refractor el mayor del mundo, que ántes de mucho tiempo estará á disposicion del Gobierno austriaco.»

Me dirigí por lo mismo al Sr. Grubb con el objeto de saber las condiciones de arreglo en la construccion del instrumento principal del Observatorio. La condicion más difícil de llenar, era la relativa al plazo, que debia ser tan corto como fuese posible, en vista de la conveniencia de que quedase montado el instrumento para el próximo paso de Vénus. El Sr. Grubb me habia dado ya los detalles más importantes para poder hacer al Gobierno las propuestas sobre la construccion del grande ecuatorial, teniendo tambien los necesarios sobre los otros instrumentos que necesitaba el Observatorio; así es que, sin pérdida de tiempo, me apresuré á dirigir al Supremo Gobierno la siguiente comunicacion:

«Comision Especial Astronómica.—En cumplimiento á la suprema disposicion de fecha 13 de Mayo último, en que el C. Presidente tuvo á bien conferirme, por el digno conducto de vd., la comision de que viniese al extranjero á visitar las fábricas de instrumentos científicos, para que despues de investigar las condiciones con que debe construirse un ecuatorial para el Observatorio Astronómico de Chapultepec, el precio y el tiempo en que pueda quedar terminado, propusiese al Supremo Gobierno el proyecto y presupuesto de los gastos que deban erogarse para dotar al Observatorio de una mejora de tanta importancia, tengo la honra de manifestar á vd. el resultado de mis investigaciones y estudios que hasta ahora tengo hechos sobre el particular.

«El 28 del próximo pasado, esto es, al dia siguiente de haber llegado á esta ciudad, procuré ver á uno de los fabricantes más

acreditados, al Sr. Simms, quien bajo el nombre de Troughton & Simms, tiene su fábrica establecida en el punto llamado Charlton. El Sr. Simms me manifestó desde luego, que él no podia encargarse de la construccion del ecuatorial, porque las medidas que desde luego le indiqué, excedian á las que permitia su fábrica, siendo conveniente entónces el que me dirigiese al Sr. Grubb, especialista en esa clase de instrumentos, establecido en Dublin. Así lo hice, preguntando al Sr. Grubb el precio y tiempo para la fabricacion de un ecuatorial, bajo las condiciones que le indicaba. En espera de su contestacion, aproveché el tiempo en visitar el Observatorio de Greenwich, en donde, debido á la bondad del Sr. Simms, quien me presentó, y del segundo astrónomo del Observatorio, Sr. Christie, pude estudiar los detalles más importantes y venir en conocimiento de que, si bien es cierto en nuestro Observatorio hay mucho que hacer todavía para que quede convenientemente montado, lo que tenemos hecho está, segun entiendo, dentro de las reglas que exige la ciencia y la práctica. Mi visita al Observatorio de Greenwich, mis varias conferencias con el Sr. Simms, persona bastante hábil y entendida en la construccion de instrumentos astronómicos, y el conocimiento práctico que tengo de la localidad de Chapultepec, teniendo en cuenta, además, la misma opinion del Sr. Grubb, me han hecho convenir en que un ecuatorial de 15 pulgadas inglesas de diámetro en el objetivo, es el que mejor conviene para el terreno de Chapultepec, y que llenará debidamente las exigencias especiales de México y las generales de la ciencia, debiendo tener presente que el grande ecuatorial de Greenwich no tiene más que 13 pulgadas de abertura en el objetivo.

«Mas el Sr. Grubb tropezó desde luego con algunas dificultades, nacidas principalmente del plazo que se necesita para que el instrumento esté montado satisfactoriamente para el próximo paso de Vénus. Mas como en espera de la resolucion del Sr. Grubb han pasado ya varios dias, y como tal vez no pueda resolverme tan pronto como yo deseara, avanzando así el tiempo y haciéndose de esta manera más difícil la conclusion del instrumento; teniendo además presente, que si un fabricante como el Sr. Grubb no puede hacer el ecuatorial en el plazo que se necesita, ménos

podrá hacerlo otro, y considerando, sobre todo, que como quiera que sea, lo importante es que el Supremo Gobierno dé cuanto ántes su autorizacion, si así lo juzga conveniente, para cualquiera de los dos casos que puedan presentarse, me apresuro á someter á la superior aprobacion de vd. las siguientes propuestas:

«1ª Que el Ministerio de Fomento dé sus órdenes inmediatamente para que se construyan desde luego los instrumentos que se detallan en el adjunto pliego, sirviéndose comunicarme su superior resolucion por la via telegráfica, por exigirlo así la premura del tiempo, á reserva de recibir despues por la via ordinaria, las instrucciones y órdenes respectivas.

«2ª En caso de que no fuese posible construir el ecuatorial en el plazo que se necesita, que se me autorice para contratar uno que, siendo perfectamente útil para el objeto deseado, pueda concluirse en aquel plazo, no siendo en ningun caso el diámetro del objetivo menor de 8 pulgadas; advirtiendo que si el Sr. Grubb no se compromete á hacerlo, no omitiré ver á otros fabricantes, procurando ántes que todo, la buena construccion del instrumento.

«3ª Siendo costumbre en las fábricas de que el pago se haga por tercios, dando el primero al comenzar el trabajo, el segundo á la mitad del plazo y el tercero á la conclusion; pero habiendo hecho presente la dificultad de dar el primer tercio á la vez que la órden de trabajo, y habiendo convenido los fabricantes en recibirlo cuando sea posible, con tal que al plazo del segundo tercio queden pagados los dos; propongo que el Ministerio de Fomento dé sus órdenes para que el de Hacienda ministre la cantidad de 5,000 pesos mensuales, durante seis meses, procurando que la primera mensualidad esté situada en Lóndres ó Paris á mediados de Setiembre ó ántes si posible fuere.

«Todos los instrumentos que propongo son absolutamente indispensables para que el Observatorio quede convenientemente montado, siendo además el costo total mucho menor que el que yo me habia imaginado, pues ve vd. que en los $ 30,000 queda incluido aun el costo de la cúpula, la que conviene que haga el Sr. Grubb por su práctica en esa clase de obras. Si fuere absolutamente imposible que el ecuatorial quede terminado en tiempo oportuno, no debe pesarle al Gobierno tener que comprar de

pronto un ecuatorial más chico, porque nunca son por demas instrumentos de ese género, y ménos en un país donde apénas comienza á nacer la Astronomía. Debo advertir, por último, que los precios fijados podrán sufrir alguna variacion por circunstancias imprevistas, pero sin que la diferencia pudiera ser notable.

«Reciba vd. las protestas de mi alta consideracion. Lóndres, 17 de Julio de 1881.—Firmado, *Angel Anguiano.*—Al Secretario de Fomento.—México.»

INSTRUMENTOS QUE SE DEBEN COMPRAR

PARA EL

OBSERVATORIO ASTRONÓMICO DE CHAPULTEPEC.

Un ecuatorial de 15 pulgadas de diámetro en el objetivo, 6 yardas de distancia focal, montado segun el sistema moderno en un solo pié central de fierro, incluyendo el mismo pié, provisto de espectroscopios y de todo lo que exige la ciencia moderna, debiendo estar concluido á los ocho meses de recibir la órden de trabajo, incluyendo envase	12,500
Un círculo meridiano de 8 pulgadas de diámetro en el objetivo y 3 yardas próximamente de distancia focal, con sus respectivos postes de fierro, los cuales deberán llevar un mecanismo para dar á todo el aparato y segun convenga pequeños movimientos; provisto del aparato cambiador todo de fierro, y de otro especial con la vasija para el mercurio como colimador, incluyendo dos anteojos colimadores de 6 pulgadas de abertura; llevando dos círculos meridianos de 3 piés de diámetro y otros dos más destinados á los cuatro anteojos micrométricos que debe haber de cada lado; un aparato necesario para examinar los pivotes; dos sistemas de retícula; oculares de varios poderes, incluyendo envase	8,000
Una cúpula giratoria para el ecuatorial de 8 yardas próximamente de diámetro, esqueleto de fierro y revestida de lana con preparacion especial, sistema moderno; incluyendo el mecanismo propio para moverla	3,000
Un cronógrafo de cilindro, mecanismo enteramente moderno y regularizado su movimiento por medio de un péndulo de movimiento cónico	1,300
Dos péndulos siderales	1,000
Diez cronómetros por lo ménos, necesarios para establecer como en Greenwich un sistema de observaciones á distintas temperaturas, á $200 cada uno	2,000
Un aparato fotográfico con todos los accesorios para la astronomía física	300
Para un barómetro patron, instrumentos meteorológicos, envase y otros menores imprevistos	1,900
Total	30,000

Lóndres, 17 de Julio de 1881.

A. ANGUIANO.

La contestacion del Gobierno la aguardaba en Paris á mediados de Agosto ó en los últimos dias de aquel mes, si bien consideraba que tal vez no seria fácil dar una resolucion tan á la medida del deseo; por cuyo motivo, y viendo que se acortaba mucho el plazo de mi viaje, me resolví á salir de Paris el 31 de Agosto con direccion á Bruselas, para continuar visitando los Observatorios astronómicos. Noticias inesperadas que me llegaron de México me hicieron temer mucho por la suerte del Observatorio; llegué á sentir el desaliento que produce el desengaño; llegué á creer que tal vez no convenia hablar á los astrónomos de los Observatorios que visitaba, acerca de las condiciones que rodeaban al nuestro para que, por su firmeza, su hermoso cielo, y el amplio horizonte que domina, pudiera figurar en primera línea: tristeza me causaba á veces ver el interes y aplauso con que se veia el pensamiento del Gobierno en favor de un Establecimiento en el que todos veian condiciones ventajosas para que con el tiempo pudiese prestar á la ciencia importantes servicios; me parecia que aquellas relaciones que mi visita afianzaba, podian tener un resultado contra el buen nombre científico de México, si por desgracia triunfaban los enemigos del Observatorio. En medio de tantas dudas que llegaron á agobiarme, no me faltó por fortuna esa chispa de la esperanza que al brillar en el fondo de mis dudas, no dejaba de alentarme y de indicarme el camino que debia seguir, poniéndome enfrente al buen sentido del Gobierno y la honra del país, y alejándome todo temor por grandes que fuesen las influencias y gestiones de las gentes que no han alcanzado á comprender la alta mision y útil fin de los Observatorios astronómicos, especialmente del nuestro. ¿Cómo es posible, me decia á mí mismo, que el Gobierno dé un paso hácia atrás, que nada podrá justificar? El desaliento nada puede producir: cumplamos con nuestro deber, y sigamos la regla de conducta que nos hemos trazado: las dudas se disiparán despues, pero cualquiera que sea el resultado, la conciencia descansará tranquila.

Pasó todo el mes de Setiembre y la mayor parte del de Octubre, sin tener la menor noticia del Gobierno, y aunque éste á mediados de Setiembre resolvió de conformidad á todas mis propuestas comunicándome su superior resolucion por la via telegráfica, por

circunstancias que no es del caso referir, pero que lamenté demasiado, yo no tuve conocimiento de ella, sino hasta el 22 de Octubre en que llegué á Madrid. La reanimacion llega con fuerza como era natural. Escribo inmediatamente á los señores constructores para que se pongan en obra, anunciándoles mi próxima llegada á Lóndres. No quise ni era conveniente separarme de España sin visitar el Observatorio de San Fernando: las buenas noticias que tenia de él, aumentaban mis deseos de conocerlo. Era cuestion de ocho ó diez dias más, para consagrar despues todo mi tiempo al arreglo definitivo de los contratos sobre los instrumentos y al estudio de los detalles y condiciones que debian satisfacer. El tiempo por otra parte no se perdia, porque avisados los fabricantes y arregladas ya de antemano las bases generales del contrato, pondrian en obra inmediatamente aquellas partes de los instrumentos sobre las que no podia haber duda.

A Lóndres llegué de regreso el dia 14 de Noviembre de 1881. Al dia siguiente 15 ví al Sr. Simms, con quien no tuve la menor dificultad, para que ese mismo dia quedara terminado el contrato sobre la construccion del círculo meridiano, del cual tenia ya hechos los principales preparativos. Ví tambien ese mismo dia á los Sres. Negretti y Zambra para que me tuvieran preparados á mi regreso de Dublin, algunos informes sobre instrumentos de fotografía astronómica y otros varios que necesitaba.

El 16 salgo de Lóndres, llegando ese mismo dia á Dublin. Me importaba ver cuanto ántes al Sr. Grubb, quien en una carta que habia yo recibido en Paris, me hablaba de algunos detalles del ecuatorial, que hacian necesaria mi pronta presencia para arreglarlos, y de ciertas condiciones sobre el pago, que podian retardar la construccion de aquel. El 17 nos ocupamos casi todo el dia, el Sr. Grubb y yo, en el estudio de algunas modificaciones importantes tanto en el ecuatorial como en la cúpula que él mismo debia construir y que provenian de condiciones muy particulares, tanto climatológicas como de construccion en Chapultepec.

No debo pasar en silencio una circunstancia referente á las condiciones de pago, que me hicieron temer alguna pérdida de tiempo por lo ménos. Al hablar á los Sres. Ed. Santos y C[a] de Paris, sobre mis temores, tuvieron la bondad de ofrecerme

cartas de crédito para los fabricantes, previendo el caso de que surgieran dificultades en ese sentido. Yo agradecí y acepté aquel bondadoso ofrecimiento, pero pensé desde luego no hacer uso de dichas cartas, sino en el caso de que alguno de los fabricantes así lo exigiera. El Sr. Simms aceptó sin vacilar, como ya ántes me lo habia indicado, todas mis propuestas de pago, manifestándome que bastaba mi palabra y la plena confianza que tenia en el Supremo Gobierno de mi país para estar seguro de que serian religiosamente satisfechas mis propuestas. La misma manifestacion me hicieron los Sres. Negretti y Zambra, quienes lo mismo que el Sr. Simms, habian tenido ocasion varias veces de ver la exactitud con que el Ministerio de Fomento habia pagado todos sus pedidos.

El Sr. Grubb no tenia los mismos motivos; era el primer trabajo que iba á hacer al Gobierno mexicano, y un trabajo de alguna importancia. Manifestéle, entónces, las condiciones bajo las cuales habia arreglado con el Sr. Simms la construccion del círculo meridiano, y sin hacer más observaciones el Sr. Grubb, me manifestó su entera conformidad á mis propuestas, sin exigir la garantía que me habia indicado y desistiendo de otras condiciones que de pronto habria sido difícil satisfacer. De esta manera quedaron definitivamente allanadas todas las dificultades, firmando el contrato respectivo.

Mis propuestas hechas al Gobierno el 17 de Julio tuvieron que sufrir algunas modificaciones, tanto con relacion al costo de los instrumentos como al número de éstos. Una notable rebaja en aquel y sobre todo una circunstancia científica de que despues hablaré, me sugirieron la idea de mandar hacer, además del grande ecuatorial, otro de 6 pulgadas de abertura con su cúpula respectiva. Las condiciones de la gran cúpula quedaron tambien notablemente mejoradas, porque convenimos despues en que llevaria una doble cubierta con un espacio intermedio accesible al aire, para evitar el fuerte calor que podria producirse en el interior. Un heliógrafo con anteojo de 6 pulgadas y todos los útiles necesarios para la fotografía celeste se mandaron tambien hacer. En fin, la lista de los instrumentos contratados para el Observatorio de Chapultepec quedó como sigue:

Un telescopio refractor de 15 pulgadas inglesas de abertura en el objetivo y 18 piés de distancia focal, con movimiento paraláctico de relojería montado en un solo pié de fierro, sistema moderno; dos círculos de ascension recta de 16 pulgadas de diámetro; un círculo de declinacion de 30 pulgadas, y círculo de posicion trasparente, iluminados todos con una misma lámpara: sistema de ruedas lunares para cambios instantáneos en las observaciones de luna, pudiendo dar al instante todos los movimientos de aproximacion necesarios y hacer las lecturas de todos los círculos desde el extremo ocular del telescopio; anteojo buscador de 3 pulgadas de abertura; un espectroscopio con armadura propia para adaptarlo al ecuatorial de la forma inventada por el profesor Young, y con los perfeccionamientos ulteriores indicados por este hábil físico; con dos medios prismas y cuatro prismas enteros, teniendo por consiguiente un poder total de 10 prismas, puesto que el haz de luz atraviesa dos veces los prismas, y pudiendo reducir el poder á voluntad á 8, 6, 4 y 2 prismas.

Un ecuatorial de 6 pulgadas de abertura, bajo el mismo sistema del de 15 pulgadas, teniendo además un micrómetro bifilar y oculares de distintas especies, incluyendo uno diagonal para observaciones solares, nivel para el eje de declinacion, etc.

Una cúpula de 24 piés de diámetro para el grande ecuatorial con doble cubierta, siendo la exterior de madera revestida de lámina de cobre y la interior de lona con barniz especial, movida por una combinacion de engranes, de modo que pueda ser manejada por una sola persona.

Otra cúpula de 15 piés de diámetro para el ecuatorial de 6 pulgadas.

Un círculo meridiano de 8 pulgadas de abertura y 3 yardas de distancia focal con todos los perfeccionamientos modernos, conteniendo especialmente dos círculos simétricos de 3 piés de diámetro divididos de 5′ en 5′, cuatro microscopios de cada lado para hacer las lecturas de los círculos colocados en otros dos círculos paralelos á los primeros, y pudiendo fijarse en ellos; oculares de varios poderes amplificadores, micrómetros de declinacion y de ascension recta con prismas para la iluminacion de los hilos; retícula con dos sistemas de hilos, teniendo cada uno 7 hilos ver-

ticales; dos anteojos colimadores de 6 pulgadas de abertura; un invertidor de fierro con un tornillo de acero, colimador de mercurio, postes de fierro con un sistema de ajustes por medio de tornillos, con los que se coloca todo el instrumento en la posicion conveniente.

Un foto-heliógrafo con anteojo de 4 pulgadas de abertura y 5 piés de distancia focal, montado ecuatorialmente con círculo de declinacion de 12 pulgadas de diámetro, y el de ascension recta de 8 pulgadas, con todos los útiles y accesorios para la fotografía celeste.

Un cronógrafo de cilindro movido en espiral por una máquina de relojería, con péndulo de movimiento cónico semejante al que existe en el Observatorio de Greenwich y con algunos otros perfeccionamientos.

Dos péndulos patrones, uno ajustado al tiempo sideral y otro al tiempo medio, con aparatos eléctricos para trasmitir automáticamente señales instantáneas y poder arreglar otros relojes, y con la conexion tambien necesaria en el sideral para marcar las señales en el cronógrafo.

Diez cronómetros de las mejores fábricas inglesas.

Un magnetómetro unifilar.

Un círculo de inclinacion.

Un barómetro registrador automático.

Un juego de termómetros automáticos horarios.

Doce termómetros.

Además del ecuatorial de 15 pulgadas de abertura, me ví obligado á mandar hacer otro de 6, por las consideraciones siguientes.

La conferencia internacional de astrónomos reunida en Paris para tratar la cuestion del paso de Vénus, recomendó de una manera muy especial, que la observacion se hiciese con anteojos de 6 pulgadas, con el objeto de uniformar hasta donde fuese posible las circunstancias de las observaciones, y hacerlas de esta manera comparables. El grande ecuatorial no era probable que quedase enteramente listo para el 6 de Diciembre, aun en el caso de que el fabricante cumpliese con el plazo más corto que le fijé, y para cuyo caso tuve que ofrecerle un aumento al precio estipulado, y

era preciso asegurar la observacion del paso de Vénus. Un ecuatorial pequeño, por otra parte, era de mucha utilidad en un Observatorio para observaciones más rápidas. En vista de estas razones, me decidí á mandar hacer el ecuatorial de 6 pulgadas con su respectiva cúpula.

Todo lo anterior se refiere á la compra de instrumentos; debo ocuparme en seguida del segundo objeto de mi viaje, la visita y estudio de algunos de los principales Observatorios de Europa, siguiendo, al hablar de ellos, el mismo órden que he seguido en su visita.

OBSERVATORIO DE GREENWICH.

El justo renombre que ha merecido el Real Observatorio de Greenwich, me tenia ansioso de conocer el célebre establecimiento. El Sr. Simms, á quien manifesté mi natural deseo, me ofreció desde luego acompañarme en mi visita, y presentarme al sabio Director del Observatorio, Mr. Airy. La ausencia de este señor en aquellos dias me privó del gusto de conocerle, recibiendo sin embargo finas atenciones del Sr. Christie, Subdirector del Observatorio, sabio astrónomo, jóven aún, y á quien sin embargo la Astronomía física debe en gran parte los adelantos que en los últimos años ha alcanzado en aquel Establecimiento.

La parte que principalmente debia ocupar mi atencion, era la relativa á la construccion y montura de los instrumentos. Fué una de las principales razones que motivaron mi viaje. El Observatorio de Chapultepec estaba aún en sus principios: los instrumentos que habia logrado montar en él eran relativamente pequeños, y habia tropezado, sin embargo, con algunas dificultades y dudas que con trabajo y estudio habia logrado vencer.

Los libros poco ó nada me decian sobre circunstancias esencialmente locales. Alguna opinion respetable se oponia á la que yo me habia formado sobre las condiciones aceptables para mí, si no del todo buenas, en que se encontraba el torreon ya construido que debia destinarse al grande ecuatorial. Ver simplemente algunos Observatorios de primer órden, debia ser de una inmensa ventaja para mí, porque sin duda la sola inspeccion de ellos podia darme mucha luz sobre los puntos que veia oscuros. El tiempo, por otra parte, de que podia disponer, era muy limitado para que intentase siquiera hacer un estudio detallado en todas sus partes de los Observatorios que lograra visitar. Lacónica por lo mismo debe ser la descripcion que haga de ellos, procurando

sin embargo dar una idea de sus partes más esenciales, para que en vista de ellas el Gobierno resuelva respecto á nuestro Observatorio lo que estime más conveniente.

Las tres horas y media que pasé el 29 de Junio de 1881 en el Real Observatorio de Greenwich, serán siempre de grata recordacion para mí. Era la vez primera que visitaba un Establecimiento de esa naturaleza, y un Establecimiento de los más respetables en el mundo científico. Mas si debo decir la verdad, el edificio no me causó la impresion que me aguardaba; mucha sencillez en la construccion, departamentos poco espaciosos, nada de aparato ni de lujo, construccion de ladrillo inclusive los postes, instrumentos antiguos en su mayor parte, y de feo aspecto si se quiere; pero en medio de todo esto, mucha solidez y comodidad para las observaciones, admirable precision en los instrumentos, detalles perfectamente estudiados, perfecta organizacion en los trabajos, y un fondo de saber verdaderamente respetable; tal es, en resúmen, el Observatorio de Greenwich.

Situado sobre una elevada colina, en medio de un hermoso y extenso parque, en los alrededores de la gran capital del Reino Unido, el Observatorio se encuentra bajo las mejores condiciones posibles, si se prescinde del cielo poco favorable con que generalmente cuentan los Observatorios europeos. El primer departamento que visité fué el del servicio meridiano. Hay en él un círculo de tránsitos de la fábrica de Troughton, de 8 pulgadas de abertura, y 11½ piés de distancia focal. El círculo tiene un diámetro de poco ménos de 6 piés; el limbo es de forma cónica con dos fajas circulares de plata, conteniendo una divisiones de 5′ en 5′, y la otra divisiones mayores. Hay seis anteojos micrométricos que corresponden á las primeras divisiones, y un anteojo para las segundas: atraviesan el poste en una posicion inclinada para que la visual sea normal á la superficie cónica del limbo: los postes tienen un espesor de 3 piés 8 pulgadas, y una altura de poco más de 3 yardas sobre el pavimento de la sala, de lo que resulta que ha habido necesidad de hacer un hueco de 3½ piés de fondo bajo el nivel del pavimento, y con la extension necesaria para poder hacer las observaciones zenitales. El sistema de contrapeso del anteojo consiste en ruedas sobre piés de fierro fijados sobre

los postes, por cuyas ruedas pasan cadenas que tienden á levantar los muñones del telescopio en virtud de pesos que se hallan suspendidos en los otros extremos. El mercurio que debe servir como colimador, se halla contenido en una vasija de fierro que se mueve y toma la posicion conveniente por medio de un sistema de barras articuladas á que va unida. Varias escaleras sirven para dar acceso á cualquiera parte del instrumento que se quiera revisar. Las ventanas se abren por medio de un sistema que consiste esencialmente en una barra de fierro casi vertical, con una cremallera en la parte inferior, en donde engrana una rueda que por un mecanismo sencillo y por medio de un manubrio, hace ascender ó descender la barra, la que á su vez pone en juego varias palancas ó barras articuladas que abren ó cierran la hoja de la ventana. En todo se observa un estudio minucioso por el que se ha conseguido todas las comodidades que son tan necesarias para una buena observacion.

El grande ecuatorial se halla situado al Sureste de la sala meridiana, en una pieza octagonal cubierta por un cilindro de 30 piés de diámetro y 18 piés de altura, con movimiento giratorio sobre seis balas de fierrro de 6 pulgadas de diámetro. El movimiento se ejecuta por un mecanismo de ruedas dentadas con un sistema unido á la cubierta y movible por consiguiente con ella, engranando la rueda que la hace girar en una barra dentada circular fija á la pared octagonal de la pieza. La altura del pavimento está 22 piés sobre el piso de la sala meridiana; la del eje de declinacion del ecuatorial, 33 piés, y la parte más alta del cilindro que sirve de cúpula, tiene 50 piés sobre el mismo nivel ántes dicho. El movimiento paraláctico del telescopio tiene lugar segun el sistema antiguo: es una armadura cilíndrica de fierro que gira sobre el eje polar, en cuyo punto medio está fijo el anteojo con su movimiento al rededor del eje de declinacion, siendo el de ascension recta el eje de la misma armadura cilíndrica, cuyos extremos pivotean en piezas adecuadas fijas sobre postes: en el Observatorio de Greenwich son tres los postes, uno que corresponde al extremo S. del ecuatorial, y dos sobre que descansa una armadura de fierro vertical que sostiene el extremo Norte de la armadura cilíndrica del mismo ecuatorial. Los postes son de

ladrillo, y llenan, se me ha asegurado, las condiciones de estabilidad. El objetivo del anteojo tiene $13\frac{3}{4}$ pulgadas, siendo la distancia focal de 18 piés, la misma que debe tener el ecuatorial de Chapultepec, pero con un objetivo mayor, pues el nuestro debe ser de 15 pulgadas. El círculo de declinacion tiene 5 piés de diámetro y el de ascension recta un poco mayor, 8 pulgadas más grande.

Al Este de la sala meridiana existe otra cúpula que contiene el ecuatorial de Sheepshanks; tiene una altura de 35 piés sobre el nivel del piso inferior. Al Sur, la cúpula del altazimut á 33 piés 6 pulgadas sobre el mismo nivel anterior.

Del estudio que he podido hacer de las distintas cúpulas y postes que existen en el Observatorio de Greenwich, he venido á deducir que los nuestros de Chapultepec llenan, en mi concepto, no solamente las condiciones de estabilidad, sino todas las demas que se necesitan para una buena observacion.

En el cuerpo del torreon del grande ecuatorial hay un piso intermedio, que se puede llamar: « Sala de los guardatiempos. » Un gran número de cronómetros marinos y de péndulos existe allí, pero sin que deje de haber otros de estos últimos en los demas departamentos. En cinco categorías podemos dividir los cronómetros que existen en aquel importante departamento: 1ª, cronómetros destinados al servicio del Observatorio, siendo como sesenta los que ví el dia de mi visita; 2ª, como ochenta cronómetros pertenecientes á buques, que habian sido llevados para su comparacion; 3ª, cuarenta y siete que existian entónces pertenecientes á distintas fábricas para observar el grado de bondad de su marcha; 4ª, cronómetros que exigian reparaciones y que ascendian á veinte; 5ª, diez y seis sujetos á cambios de temperatura. El estudio de estos últimos se hace en cajas perfectamente cerradas con dobles tapas, unas interiores formadas de vidrios para hacer la comparacion de los cronómetros y la lectura de los termómetros que marcan la temperatura de la caja, y otras exteriores que se abren fácilmente y se mantienen así el tiempo que se quiera por medio de contrapesos. En el interior de la cajas existen además algunas vasijas con agua para mantener la atmósfera encerrada allí, con el grado de saturacion que pide la temperatura.

Al Noroeste de la sala meridiana existe una pieza octagonal

de una altura de 39 piés, y sobre la cual se hallan colocados un anemómetro de Robinson á 58 piés de altura, y otro de Osler de 61 piés. Contigua á la sala existe una pequeña pieza en donde se halla el cronógrafo. Es éste un cilindro que gira por medio de una máquina de relojería, cuyo movimiento es regularizado por un péndulo giratorio. Idéntico debe ser el mandado construir para el Observatorio de Chapultepec, con algunos perfeccionamientos recientes.

El espectroscopio adaptado al grande ecuatorial, y del que se sirve Mr. Christie para los hermosos estudios que ha emprendido sobre las protuberancias solares y sobre los cambios que sufren los rayos de los espectros estelarios, se compone de tres medios prismas, siendo uno de *flint*, y los otros dos formando uno de *crown*, pudiendo reducirse segun lo exija la observacion, á un medio prisma ó á dos. Mr. Christie ha puesto fuera de duda uno de los importantes principios para la astronomía estelaria, y que fué sostenido por el sabio astrónomo Huggins, referente al cambio de los rayos de que he hablado ántes. El departamento meteorológico es tambien digno de visitarse en el Observatorio de Greenwich. Todos los instrumentos que necesita la Meteorología se encuentran allí en perfecto órden, siendo sobre todo notable el servicio magnético, mejorado de algunos años á esta parte con la instalacion de aparatos fotográficos que registran automáticamente la declinacion de la aguja, y la fuerza horizontal y vertical.

Seria imposible, atendiendo al carácter propio de esta Memoria, entrar en la descripcion minuciosa de todos los instrumentos que funcionan en el Observatorio de Greenwich. Lo anterior, sin embargo, puede dar una idea por lo ménos de lo que es aquel importante establecimiento de justa celebridad, sobre todo si se atiende á la organizacion de sus trabajos y al escogido personal con que cuenta. Más de veinte astrónomos se distribuyen diariamente el trabajo de observacion y de cálculos, en los distintos ramos que abraza en su programa aquel notable establecimiento. En fin, mi visita al Observatorio de Greenwich me ha hecho reflexionar mucho sobre lo que puede ser con el tiempo el Observatorio de Chapultepec, habiendo recogido de aquel los principales datos que más pueden importar al nuestro en su conclusion.

OBSERVATORIO DE PARIS.

El dia 2 de Agosto de 1881 tuve el gusto de visitar uno de los Observatorios que tambien ha prestado inmensos servicios á la ciencia astronómica. Encontrándose á la sazon en Paris nuestro compatriota y sabio astrónomo el Sr. Diaz Covarrúbias, creí conveniente invitarlo para que juntos hiciéramos la primera visita, por lo ménos, de las que me proponia hacer al Observatorio de Paris, habiendo accedido á mi invitacion.

La situacion del Observatorio de Paris es espléndida. Cerrando la preciosa avenida de Luxemburgo en uno de sus extremos, y encontrándose en el otro el palacio del mismo nombre, á larga distancia se descubre el magnífico edificio del Observatorio, ostentando sus grandiosas y elevadas cúpulas. En el centro de un espacioso jardin, y aislado por lo mismo de toda otra construccion, se levanta majestuoso sobre una elevada terraza aquel templo en que se rinde culto á la más hermosa de las ciencias. El edificio es muy bueno, su escalera principal ofrece estudios verdaderamente notables en corte de piedras: todos sus departamentos ámplios y espaciosos, habitaciones cómodas, y una extension de terreno, libre ahora, pero en donde se proyecta construir el gran torreon y departamentos accesorios para el grande ecuatorial que hace algunos años está en construccion, y que se cree quedará terminado dentro de dos años. Es éste un gran telescopio que debe tener $0^{m}74$ abertura y 16 metros de distancia focal; 2 pulgadas más grande el objetivo que el que acaba de construir Mr. Grubb en Dublin para el Observatorio de Viena. La cúpula que debe cubrir el ecuatorial debe tener veinte metros de diámetro.

La sala meridiana contiene tres instrumentos, de los cuales el principal es un magnífico anteojo de pasos de $0^{m}236$ de abertura y $3^{m}852$ de distancia focal, llevando tambien en la extremidad li-

bre del muñon oriental, un círculo de un metro de diámetro, con divisiones de 5′ en 5′ sobre una lámina de plata incrustada en el limbo, y que sirve para la medida de las distancias polares ó declinacion de los astros; el eje de rotacion entre los cojinetes es de $1^{m}498$, el diámetro de los muñones es de $0^{m}120$ y su longitud de $0^{m}14$. El segundo instrumento es un anteojo meridiano de Gambey, de $0^{m}15$ de diámetro en el objetivo y $2^{m}40$ de distancia focal; los muñones de acero tienen $0^{m}045$ de diámetro y $0^{m}048$ de longitud. Existe, por último, un círculo mural construido tambien por Gambey, cuyo diámetro es de 2 metros; el anteojo tiene una abertura de $0^{m}12$ y una longitud de 2 metros.

En la parte inferior del edificio hay otros departamentos que parecen tener un carácter provisional, independientes del cuerpo general del edificio. El que más llama la atencion es el que contiene el gran telescopio reflector, cuyo espejo de vidrio argentado tiene $1^{m}20$ de diámetro y $7^{m}20$ de distancia focal. Este enorme anteojo, del sistema de L. Foucault, cuya abertura es enteramente igual al de Melbourne en Australia, y cuyas dimensiones sólo han sido superadas por el célebre de Lord Rosse, fué construido durante los años de 1870 á 1876. Está montado paralácticamente, siendo varios los fabricantes que han concurrido á la construccion de las distintas partes que lo componen: así, por ejemplo, la montura ecuatorial se debe á W. Eichens, el espejo á M. Ad. Martin, la escalera giratoria á MM. Remery et Gautier, y las grandes piezas de hierro fundido á M. Piat. El peso actual del espejo es de 500 kilógramos, habiendo tenido un peso primitivo de 700 kilógramos, por haber sido adelgazado despues; el eje horario, el de declinacion y el tubo del telescopio, tienen un peso total de 9.500 kilógramos; siendo sin embargo movida esta enorme masa por un mecanismo de relojería, con una precision tal, que una estrella aparece como inmóvil en el campo del anteojo, aun haciendo uso de oculares de gran poder amplificador desde un aumento de 175 á 1,000. Todo el instrumento está al abrigo de una cubierta que rueda sobre carriles, dejando libre el aparato para las observaciones, ó cubriéndole cuando se quiere con suma facilidad. Una grande escalera con movimiento circular para el uso del observador, rueda del mismo modo sobre carriles.

En el jardin existe, además, una pieza de lámina de fierro que contiene un círculo meridiano de 0^m19 de abertura, 2^m32 de distancia focal y 1^m00 de diámetro en el círculo. Este instrumento ha sido regalado al Observatorio por Mr. R. Bischoffsheim, y está destinado especialmente para la observacion de las estrellas fundamentales. El sistema de ventanas es muy cómodo, pues el techo de la pieza esté dividido en dos mitades, descansando cada mitad por el intermediario de ruedas, sobre rieles sostenidos por trabes, y pudiendo por consiguiente abrir ó cerrar el espacio conveniente del cielo para la observacion con suma facilidad.

Separados tambien del edificio principal existen otros dos ecuatoriales, construidos ambos por M. Eichens. El más pequeño tiene 23 centímetros de abertura, montado segun el sistema inglés, y que sirvió á M. Chacornac para el descubrimiento de muchos pequeños planetas en los años de 1854 á 1856. El más grande de estos ecuatoriales, que es el que queda al Oeste, con montura tambien inglesa, tiene un precioso objetivo de L. Foucault, de 24 centímetros de abertura, con micrómetros propios para la construccion de las cartas celestes y las observaciones de los planetas. Los dos ecuatoriales han sido empleados desde su instalacion en la construccion del Atlas eclíptico del Observatorio de Paris; Atlas que fué comenzado por Chacornac, y continuado desde 1872 por los Sres. Paul y Prosper Henry, habiendo descubierto á la vez estos astrónomos numerosos planetas y cometas.

En el último piso del edificio existen dos grandes ecuatoriales refractores: comenzaré por el menor que queda del lado Oeste. El objetivo es de Secretan, de 0^m31 de abertura libre y 5^m35 de distancia focal, montura ecuatorial de Eichens. Ha sido montado bajo la direccion de M. I. Vitarceau, siendo el primer instrumento de este género que ha sido construido de metal en su totalidad. Sus círculos, tanto el de ascension recta como el de declinacion, están divididos con mucha finura y precision. Se pueden adaptar al anteojo: 1º, un micrómetro de hilos finos para la observacion de los pequeños planetas: 2º, un micrómetro de hilos gruesos para la observacion de los cometas: 3º, un micró-

metro para las estrellas dobles: 4º, un micrómetro anular: 5º, un micrómetro con cuadrante para construccion de las cartas celestes: 6º, un aparato espectroscópico; y por último, oculares negativos para observaciones de astronomía física y con aumento de de 80 á 8000 veces. El movimiento de relojería lleva el primer regulador isócrono de L. Foucault. Este instrumento se ha empleado desde 1858 á las observaciones regulares de los planetas y de los cometas, á investigaciones espectroscópicas y á la descripcion de los grupos de estrellas.

Conviene fijarse mucho en la manera como se ha montado el ecuatorial que me ocupa. Estando á una altura como de 18 metros por lo ménos sobre el nivel del terreno natural, se tuvo la idea de construir en vez de un poste aislado, una bóveda sobre que descansase el pié de fierro del ecuatorial. Así se hizo en efecto, y sin embargo de ser de ladrillo la bóveda y cocear sobre muros que se hallan íntimamente ligados con todo el edificio, se me ha asegurado que el instrumento goza de la suficiente estabilidad. Quedaba, por lo mismo, desvanecida para mí la duda que se me podia presentar, y que alguna vez se me habia indicado, sobre si era ó no aceptable la altura del poste del torreon de Chapultepec para recibir el grande ecuatorial. En mi concepto, todo lo que hay preparado en nuestro Observatorio reune las condiciones necesarias para que se pueda aprovechar en las obras que requiere su conclusion.

El otro ecuatorial que se halla del lado oriental lleva un telescopio de 0^m38 de abertura siendo su distancia focal de 8^m90. La gran cúpula que lo cubre tiene un diámetro como de 12 á 13 metros; gira con todo y piso, y con una lentitud tal, que se necesita como media hora para hacerla dar una vuelta entera, circunstancia que no dejó de llamarme la atencion, sin haber podido comprender la razon que pudo tenerse presente para optar por semejante idea. La manera como está montado el instrumento á aquella altura considerable, y á cualquiera que fuese, no puede en mi humilde juicio ser aceptable. El pesado poste de aquel enorme instrumento descansa sobre unas armaduras de fierro ó cerchas circulares que, partiendo del muro sobre que se apoya la cúpula, convergen hácia el centro, en donde hay una barra

gruesa de fierro que viene á descansar sobre una bóveda rebajada de ladrillo que cocea sobre el muro circular.

Esta simple descripcion basta para comprender que las variaciones del instrumento deben ser muy sensibles, debidas sobre todo á las dilataciones del fierro. El actual director del Observatorio ha reconocido sin duda este defecto, y por esto seguramente sólo se emplea aquel instrumento en ciertos estudios sobre el sol. Para cierta clase de observaciones puede ser bueno, pero seria de desear no ver aquel defecto en uno de los observatorios de más fama.

Hay otro pequeño ecuatorial de Gambey que sirve para ejercicios de algunos alumnos que van á hacer su práctica al Observatorio.

Se construye tambien actualmente en la misma parte superior un departamento exclusivo para observaciones espectroscópicas. M. Thollon, sabio astrónomo físico, cuyos estudios han dado mucha luz en el campo de investigacion de ese ramo de la ciencia moderna, tuvo la bondad de darme á conocer su notable espectroscopio de gran dispersion, con el que, lo mismo que M. Christie, ha llegado á encontrar razones incontestables sobre la variacion de las rayas en los espectros estelarios. Esta cuestion parece del todo resuelta, y M. Thollon ha llegado á deducir tambien de sus investigaciones solares la verdadera posicion del ecuador solar, en vista de la variacion que sufren las rayas por la variacion del sol, y del movimiento de dos rayas del fierro que se desvian por la misma causa; desvío que yo mismo he notado en el espectroscopio de M. Thollon, al encontrarse aquellas rayas entre dos rayas telúricas inmediatas que no sufren ningun cambio.

Hay además en el Observatorio de Paris otros departamentos dignos de visitarse, como es, por ejemplo, el destinado al Museo Astronómico, en donde se ven varios instrumentos antiguos de que se han servido astrónomos notables en estudios que han honrado y honrarán siempre á la Francia. Allí se ven los instrumentos del siglo último con que trabajaron Delambre, Lacaille, Lalande y otros; allí están el fotómetro y el planiscopio de Arago y muchos prismas, espejos y vidrios de caras paralelas con que

aquel ilustre astrónomo hizo sus experiencias sobre la luz. Una coleccion bastante completa de fotografías de Observatorios astronómicos y de retratos de personas notables en la ciencia astronómica adorna los fondos de una hermosa sala de aquel Departamento.

Debo hacer tambien mencion de los trabajos y estudios preparatorios que tuve el gusto de ver se están haciendo en el Observatorio de Paris, para la próxima observacion del paso de Vénus. Procuraré dar aunque sea una ligera idea de los instrumentos y métodos que se han empleado para hacer las experiencias en que se figura el fenómeno del paso de Vénus, con todas sus circunstancias y con la mayor exactitud posible.

Son tres anteojos como de 2 metros de distancia focal, colocados horizontal y paralelamente entre sí. Sobre los anteojos se levanta verticalmente una lámina de fierro negra con un recorte perfectamente semicircular como de 2 metros de diámetro; tras de esta placa resbala otra lámina blanca á la que hay fijos tres circulitos negros que representan en la misma proporcion en que se ven, los planetas Vénus y Mercurio en su paso por el disco solar, siendo el semicírculo blanco que se ve figurado frente á la placa negra, la representacion del sol. A una distancia como de 150 metros frente á los anteojos hay un espejo donde se refleja el semidisco blanco, enviando su imágen á los objetivos de los anteojos, por medio de los cuales se observan las circunstancias del fenómeno de los contactos. Estos se verifican al moverse la placa blanca por medio de un tornillo horizontal que se hace girar por un mecanismo de relojería, pudiendo graduar el movimiento con la lentitud que debe tener el de Vénus en su paso por el disco solar. En un cronógrafo se registran tres clases de señales: 1ª, las que corresponden á los segundos de un péndulo; 2ª, las que marcan los instantes de los contactos reales; y 3ª, las que indican los instantes de observacion. Para los instantes de los contactos reales, se hace previamente la verificacion exacta de la tangencia, por medio de un pequeño anteojo, en lugar de tomarlo á la simple vista. En aquella posicion se establece el contacto de una aguja metálica que se mueve con el aparato que da movimiento al círculo blanco, con otro punto tambien

metálico, en cuyo instante se cierra un circuito eléctrico y se marca en la tira el punto cronográfico. De esta manera se puede obtener con suma facilidad el error personal absoluto de cada observador. Tales son, en sus partes principales, los aparatos que se han establecido en el Observatorio de Paris para los estudios preparatorios que se han emprendido para la próxima observacion del paso de Vénus.

OBSERVATORIO DE MONTSOURIS.

El Observatorio Astronómico de Montsouris se halla situado al Sur y á un kilómetro de distancia del Observatorio de Paris. Sobre una pintoresca colina y en el ángulo Suroeste del hermoso Parque de Montsouris, el Observatorio goza de una excelente posicion, y del aislamiento y quietud que necesita el observador de los astros. El Observatorio se compone de dos departamentos enteramente independientes, uno destinado á habitaciones y oficinas del servicio astronómico, y el otro formado de pequeñas piezas independientes entre sí que parecen tener el carácter de provisionales. Un ecuatorial de 8 pulgadas de abertura y de 2 metros de distancia focal es el instrumento principal de aquel Observatorio: el piso descansa inmediatamente sobre el terreno natural; de manera que el pavimento de la pieza que encierra el instrumento, lo mismo que el de las otras, está al nivel general del terreno. Hay además un círculo meridiano de 0^m78 distancia focal, teniendo el círculo de declinacion 0^m40 de diámetro: hay otro instrumento que llaman con el nombre especial de círculo de declinacion, casi del mismo tamaño que el anterior, pero que es un verdadero círculo meridiano. Ví, por último, el departamento fotográfico, en donde existen los aparatos que se emplearon en la observacion del paso de Vénus de 74, y con los que se continúan haciendo estudios en el importante ramo de astronomía física; el objetivo del telescopio tiene 0^m13 de diámetro.

El Observatorio de Montsouris no ofrece toda la importancia que yo aguardaba encontrar en él. Destinado especialmente al servicio de la marina, y consagrado sobre todo á los trabajos de cálculo para la formacion de las Efemérides astronómicas, teniendo además cierta dependencia del Observatorio de Paris, no cuenta más que con los instrumentos absolutamente indispensables para el género de observaciones á que está destinado.

A corta distancia del Observatorio Astronómico se halla el Meteorológico, situado sobre la misma colina. Su sabio Director, el Sr. Marie Davy, y otra ilustrada persona que me acompañó al principio de mi visita, tuvieron la bondad de darme á conocer detalladamente los distintos departamentos del Observatorio, recibiendo además, de tan amables personas, marcadas muestras definura y cortesía.

OBSERVATORIO DE MEUDON.

El dia 26 de Agosto de 1881 tuve el gusto de visitar el Observatorio de Astronomía física que con tanto acierto dirige el sabio profesor M. Jules Janssen. Este señor ha sido uno de los astrónomos que más vivo interes me ha manifestado por el establecimiento del Observatorio de Chapultepec, congratulándose sobremanera de que á la sombra de la paz progresen las ciencias, sobre todo la ciencia astronómica. «La ciencia, me decia el respetable Director, es lo que más debe contribuir al afianzamiento de la paz; fomentar aquella, es tanto como asegurar ésta, dándole una sólida base. El solo hecho de que vuestro Gobierno haya pensado seriamente en establecimientos como el del Observatorio Astronómico, es una prueba de que la paz se afianza en vuestro país, de lo que me congratulo sinceramente.» Así se expresaba aquel apóstol de la ciencia, cuyos estudios en Astronomía física han contribuido y contribuirán poderosamente á los rápidos adelantos de aquel ramo de la ciencia moderna.

El Sr. Janssen me obsequió con uno de sus estudios más importantes y con dos pequeñas, pero preciosas fotografías en vidrio, representando una el último cometa observado, y la otra unas manchas solares. La perfeccion de estas fotografías, lo mismo que todas las que ví en el Observatorio, llamándome sobre todo la atencion las de imágenes amplificadas del Sol, como de 80 centímetros de diámetro, tomadas de originales de 30 centímetros, y en que se veian con suma claridad las granulaciones del Sol, dan á comprender desde luego los avances que ha hecho la fotografía celeste en manos de aquellos hábiles astrónomos del Observatorio de Meudon.

Todos los instrumentos se hallan colocados provisionalmente en un espacioso terreno que se extiende tras de la casa que ocupa Mr. Janssen, en donde hay además otras habitaciones de emplea-

dos y distintos gabinetes de estudio y experiencias. En uno de éstos me llamó la atencion el instrumento conocido con el nombre de Revolver de Janssen, que sirve para tomar con increible prontitud muchas imágenes de Sol: ví, además, otro aparato muy ingenioso para arreglar el tiempo que debe durar la accion luminosa. El departamento fotográfico está provisto de todos los aparatos y útiles necesarios para las observaciones, teniendo todo sin embargo el carácter de provisional, pues aun algunos instrumentos se hallaban en aquellos dias en la fábrica, por motivo de algunas reparaciones. Se presiente, sin embargo, lo que vendrá á ser dentro de poco tiempo aquel útil Establecimiento, en vista del magnífico edificio enteramente nuevo que actualmente se construye en el mismo lugar. Situado tambien sobre una elevada colina, con alrededores sumamente pintorescos y dominando un vasto horizonte, el Observatorio de Meudon vendrá á ser, sin duda, uno de los primeros de Europa. El sistema que se ha seguido en la construccion es grandioso, tanto por la calidad del material empleado, como por las dimensiones del edificio. Se compone éste de tres partes principales, la central destinada especialmente para una gran cúpula de 20 metros de diámetro, y que cubrirá un enorme ecuatorial. El poste sobre que debe descansar el instrumento, está construido en su primera parte: tiene 8 metros de diámetro y está enlazado con los muros anteriores por medio de arcos, formando de esta manera un todo unido, por lo ménos en el cuerpo inferior del edificio, pues en el superior el poste quedará aislado, segun pude entender. La altura de la parte inferior es como de 10 metros, y corresponde exactamente á la de la terraza que se extiende hácia atrás, en donde debe ir el jardin: la altura del piso superior debe ser como de 8 metros, sin contar con la cúpula, de manera que esa será tambien la elevacion de la segunda parte del poste. En vista de la grande altura que debia tener, es por lo que seguramente lo enlazaron por medio de arcos con el muro exterior, segun he dicho ántes. Las otras dos partes de que se compone el edificio, son los departamentos laterales, debiendo servir la ala del Este para colocacion de los instrumentos y aparatos, y la del Oeste para la direccion y demas dependencias.

OBSERVATORIO REAL DE BRUSELAS.

Acompañado del Sr. Ministro de México en Bruselas, el Sr. D. Angel Núñez Ortega, tuve el gusto de hacer una visita al Observatorio situado en aquella hermosa capital de la Bélgica, el dia 1º de Setiembre de 1881. Las muestras de atencion y cortesía que hemos recibido del ilustrado Director Sr. Houzeau, del Sr. Fievez, encargado especialmente de la espectroscopía, y de otra apreciable persona cuyo nombre no he podido recordar, me ponen en el deber de hacer constar aquí mi agradecimiento.

El Observatorio Real de Bruselas está pasando actualmente por una época de transicion de las más importantes, sin duda, para aquel Establecimiento. Comenzada la construccion en 1829 y terminada en 1834, es decir, cuando la Astronomía presentaba una faz enteramente distinta de la que hoy presenta, apénas han pasado cincuenta años, cuando ya se ha hecho sentir la necesidad de hacer cambios radicales en la construccion y organizacion del Observatorio. Con este fin el Sr. Houzeau se ha dirigido al Gobierno, llamando su atencion sobre las nuevas exigencias del Observatorio, y ha conseguido el que se decrete la ejecucion de un nuevo Observatorio, que llenará sin duda las condiciones que exigen los adelantos de la ciencia. Y esta época de transicion que se nota en el Observatorio de Bruselas es comun á la mayor parte de todos los demas, cuando se han visto frente á otro ramo, cuyos incesantes progresos y cuyos métodos de observacion distintos de los que emplea la Astronomía matemática, exigen instrumentos, lugar, condiciones y otros elementos tambien distintos. Hay, podemos decir, un movimiento extraordinario é inusitado en el mundo científico en general, sin que forme excepcion de esta regla aquel ramo de la ciencia que, ántes reducida á la investigacion de las medidas de los astros, ahora extiende tambien su vuelo en alas de la física y de la química, para poder pe-

netrar en los secretos de la constitucion íntima del cielo. Reunidos en el Observatorio de Bruselas los tres ramos de investigacion, que por la naturaleza misma de las cosas, han tenido que separarse en otras tantas partes, la Astronomía matemática, la Astronomía física y la Meteorología, el Sr. Houzeau llama la atencion del Gobierno sobre la conveniencia de instalar esos tres ramos de una manera distinta é independiente; como se ha hecho en Inglaterra, fundando el Observatorio de South Kensington, consagrado á la espectroscopía y fotografía celestes, y el meteorológico de Kew; en Francia erigiendo el de Moutsouris y construyendo ampliamente el de Meudon, de los cuales hemos hablado ántes; en Alemania, creando en Hamburgo, bajo el nombre de Seswarte, un centro meteorológico, é inaugurando el precioso Observatorio de Potsdam, de que despues me ocuparé; en Austria, en Italia, en Rusia, en Suecia, en los Países Bajos, en Suiza, en España, en Portugal y en los Estados-Unidos, en donde aquellos tres brazos de la ciencia se cultivan con entera separacion. En fuerza de estas razones, la Bélgica va á contar pronto con otro Observatorio, digno del asombroso incremento que toman allí los distintos ramos de la ciencia, de las letras y de las artes.

El Observatorio se halla situado en el centro de la ciudad, en lo que se llama la parte alta. En la sala meridiana, fundada por el célebre Quetelet desde la instalacion del Observatorio, hay un círculo mural de Troughton de 1^m30 de diámetro, con el que se ha continuado la serie de las observacienes circumpolares para la investigacion de la latitud, y un anteojo de pasos de Gambey de 0^m16 de abertura y 2^m40 de distancia focal, el cual ha sido empleado en 1880, 1º, en la observacion de las estrellas destinadas á arreglar el instrumento, y á asegurar el conocimiento de la hora; 2º, en la observacion de la Luna y de las estrellas que culminan cerca de este astro; 3º, en la determinacion, por via de rectificacion, de las ascensiones rectas de las estrellas lunares del Almanaque Náutico. Hay, además, un péndulo sideral de Kessels de Altona.

No dejó de llamarme la atencion el sistema de abrir las ventanas. Consiste en un contrapeso que forma un brazo de palan-

ca, siendo el otro brazo la misma ventana; de manera que bajando ó subiendo el contrapeso, se abre ó cierra la ventana. El movimiento del contrapeso se verifica por medio de una barra de fierro que le está unida, la cual bajando verticalmente, termina en una cremallera que engrana con un sistema de ruedas que fácilmente se hacen girar por medio de un manubrio que queda en el interior de la pieza y que atraviesa la pared, quedando por consiguiente el mecanismo de las ruedas fuera de la sala.

La sala meridiana ocupa la parte central del edificio, quedando al lado Occidental la habitacion del Director, y al Este la Biblioteca, el departamento meteorológico, oficinas y la torre del ecuatorial más grande: al Oeste se encuentra el otro ecuatorial. El primero es de la fábrica de T. Cooke de York, su objetivo tiene $0^{m}15$ de diámetro, y es obra de Merz de Munich, uno de los mejores fabricantes de lentes; distancia focal $2^{m}60$, sistema moderno, con un solo pié de fierro, el cual descansa sobre un poste hueco en forma de una pequeña bóveda, que á su vez se halla construido sobre una bóveda que se apoya y cocea sobre los muros de la torre. La cúpula tiene como $4^{m}50$ de diámetro, y es movida por medio de un manubrio que hace girar una rueda que lleva un piñon, el cual engrana en una rueda dentada circular y fija á la cúpula. Esta gira sobre ruedas: la cubierta es de lámina de fierro, y la altura total es como de 13 á 14 metros sobre el nivel del terreno. En la torre del Oeste hay un ecuatorial de Troughton & Simms de $0^{m}09$ de abertura y $1^{m}50$ de distancia focal.

En la misma parte occidental existe otro departamento destinado á las observaciones espectroscópicas, confiado al inteligente astrónomo M. Fievez: cuenta con dos espectroscopios, uno de la fábrica de Grubb con 10 prismas, y otro del sistema Christie, construido en Lóndres por Hilger.

No siendo suficientemente poderoso el ecuatorial de 15 centímetros para emprender con él algunos estudios espectroscópicos, M. Fievez ha llegado á realizar una combinacion poderosa, reuniendo los prismas del espectroscopio con una red Rutherford, que tiene cerca de 700 rayas paralelas por milímetros. De esta manera el hábil observador ha llegado á demostrar que las modificaciones de las rayas en los espectros del hidrógeno y del azoe,

y que eran atribuidas por algunos físicos á la disociacion de los cuerpos, no se deben sino á una causa puramente accidental que se obtiene voluntariamente haciendo variar la intensidad de la luz.

Anexo al Observatorio hay un jardin, en cuyo centro se halla provisionalmente instalado un círculo meridiano muy moderno de la fábrica de Repsold & Söhne en Hamburgo. El diámetro del objetivo es de $0^{m}15$ y su distancia focal de cerca de 2 metros. La cúpula que cubre el instrumento tiene 4 metros de diámetro; la ventana se abre por el mismo sistema que hemos visto en otras partes, por medio de cordeles y carretillas que hacen resbalar las hojas lateralmente. Los postes sobre que descansan los cojinetes del anteojo son de mampostería. Tiene dos círculos de $0^{m}60$ de diámetro, estando uno dividido de $2'$ en $2'$ y el otro de grado en grado, en el cual, sin embargo, se tiene la misma division de $2'$ en $2'$ en los cuatro grados que se encuentran en las extremidades de dos diámetros perpendiculares entre sí. Frente á cada círculo hay un tambor de hierro fundido, con cuatro microscopios que sirven para hacer la lectura de los círculos. Las palancas que sirven para disminuir el frotamiento de los muñones sobre los cojinetes, se unen á los contrapesos que se encuentran abajo del piso, por medio de cadenas que atraviesan los postes. La retícula se compone de dos placas con movimiento micrométrico independiente, y con hilos verticales y horizontales. Tanto éstos como el campo de los microscopios de los círculos, son iluminados por dos lámparas colocadas junto á la pared de la sala, desde donde envian su luz á unos espejos que se hallan situados con la inclinacion conveniente al rededor del eje horizontal del anteojo. En fin, todos los detalles del instrumento prueban desde luego la habilidad del fabricante, sin faltar ninguno de los accesorios indispensables, como colimadores, tanto de mercurio como de anteojo, cambiador, etc. Este instrumento será colocado definitivamente en el nuevo Observatorio cuya construccion ha sido aprobada ya, y que deberá quedar como á una legua distante de Bruselas, en un lugar dominante. Hasta ahora sólo se ha empleado en el estudio de los errores de division de los círculos.

Se reserva tambien para el nuevo Observatorio un gran ecua-

torial de 15 pulgadas de abertura, 6^m40 distancia focal, de la misma fábrica de Cooke, objetivo de Merz y que se halla instalado provisionalmente en un lugar situado á orillas de Bruselas. La pieza que con tal objeto se ha construido es de madera, pero bastante bien hecha. La altura del eje de declinacion es como de cuatro metros. La ventana está dividida en tres partes: una fija ó cerrada, y las otras dos con ventanas que resbalan una sobre otra, por medio de carretillas y de cuerdas que vienen á envolverse en malacates con su respectivo manubrio, siendo dos, uno para abrir las ventanas y otro para cerrarlas. El ancho de las ventanas es como de 1^m50. La cúpula gira sobre ocho balas de fierro de 0^m08 de diámetro, que ruedan en una canal del mismo metal; se le da el movimiento por medio de un gran bastidor de madera del ancho de las ventanas, que baja verticalmente, obrando como brazo de palanca, al que se le da impulso, y en el cual están fijos los malacates. El círculo de declinacion del ecuatorial tiene como 60 centímetros de diámetro, y el de ascension recta como 30 centímetros. La lectura del círculo de posicion se hace por medio de un anteojo, cuyo campo es iluminado por una lámpara que á la vez envia su luz al centro del anteojo para iluminar la retícula. En el interior del tubo del telescopio hay un diafragma de abertura variable por medio de un mecanismo sencillo que se pone en juego por una varilla que está al alcance del observador; de esta manera el diafragma puede reducir el diámetro del objetivo desde 15 hasta 2 pulgadas. Del lado del ocular y paralelamente al tubo del telescopio, hay dos barras de fierro, en las que entran á frotamiento suave dos contrapesos del mismo metal, pudiendo uno de ellos moverse á voluntad avanzando ó retrocediendo sobre la barra para equilibrar perfectamente el instrumento; siendo, por otra parte, sumamente suaves todos los movimientos de éste.

Volviendo al edificio principal, ya hemos dicho que en la ala Este del Observatorio se encuentra el servicio meteorológico. Entre todos los instrumentos que existen en aquel bien atendido departamento, me llamó la atencion un electrómetro registrador fotográfico de Thomson, construido por Wite en Glascow, y un precioso meteorógrafo de Van. Rysselberghe, meteorologista del mismo Observatorio, y que ha sido construido en Gand por Schu-

bart. Este instrumento automático registra las indicaciones de varios aparatos meteorológicos, por medio de un solo buril que va marcando las señales correspondientos sobre una hoja metálica, envuelta en un cilindro giratorio, cuyo movimiento se produce por una corriente eléctrica que se desarrolla cada diez minutos, de la manera siguiente: el circuito se completa con el minutero de un reloj y un boton metálico que se halla colocado cada diez minutos de la carátula; de manera que, al llegar el minutero á él, lo toca cerrando el circuito y permaneciendo en contacto el tiempo que necesita el cilindro para hacer una revolucion.

Los estudios magnéticos son tambien debidamente atendidos en el Observatorio, observando con toda regularidad la inclinacion y declinacion de la aguja, y la fuerza horizontal y vertical magnéticas. Un aparato registrador fotográfico, semejante al que se halla en el Observatorio de San Fernando, y del que me ocuparé despues, funciona con perfecta regularidad. Por el mismo sistema se marcan las variaciones de un barómetro en una tira de papel preparado, que durante veinticuatro horas se mueve frente al barómetro, y en el cual va á obrar la luz de una lámpara que queda del lado opuesto, pasando el rayo luminoso por un pequeño espacio libre que sigue las oscilaciones del mercurio.

La Biblioteca del Observatorio es magnífica, pues entre los seis mil volúmenes que contiene próximamente, se encuentran obras y colecciones de suma importancia.

Para terminar, diré: que el Observatorio de Bruselas, tanto por la bondad de sus instrumentos como por la organizacion de sus trabajos, debe figurar entre los primeros Observatorios de Europa, y más si se atiende á sus constantes y rápidos progresos. Su personal es reducido, pues actualmente no cuenta más que con seis astrónomos incluso el director, y otros tantos meteorologistas; pero cuyos trabajos honrarian á cualquiera establecimiento del género del que me ocupa. Construido el nuevo Observatorio, tendrá que aumentarse el personal, dándole una nueva organizacion.

OBSERVATORIO DE BERLIN.

Acompañado de los apreciables jóvenes mexicanos Sres. Aldasoro y Navarro, hice el dia 7 de Agosto mi visita al Observatorio de Berlin. Su digno director, el Sr. Förster, nos ha recibido con finura y cortesía, debiendo á la amabilidad del inteligente astrónomo Sr. Knorre, la explicacion de todos los instrumentos y de algunas especialidades del Observatorio.

El Observatorio se encuentra dentro de la ciudad, en el extremo de Charlottenstrasse, y en el centro de un pequeño jardin, que lo aleja, aunque no lo suficiente, en mi humilde opinion, de las construcciones circunvecinas y de los movimientos extraños que pueden molestar al observador. El edificio destinado á habitaciones de los astrónomos y á otras dependencias del Observatorio, se encuentra separado de éste, pero á corta distancia.

El Observatorio tiene la forma de una cruz; en el centro se eleva la cúpula principal que cubre el grande ecuatorial; otra cúpula ocupa el brazo del Sur con un ecuatorial más pequeño; al Norte un altazimut; en la parte del Oeste el servicio meridiano, y en la del Este sala de péndulos, calculadores y departamento de la direccion.

El grande ecuatorial, de 9 pulgadas de abertura y 14 piés de distancia focal, ha sido construido por Utzschneider y Fraunhofer, cuya casa lleva hoy el nombre de Merz: el tubo es de madera, evitándose su flexion por un sistema de contrapesos á lo largo de él. El ecuatorial que me ocupa tiene una parte importante en la historia de la Astronomía, lo que me hizo contemplarlo con esa especie de respeto y admiracion que causan siempre los recuerdos de los grandes descubrimientos de la ciencia. Era el año de 1846, cuando Le Verrier, despues de haber terminado sus importantes trabajos sobre la investigacion de un planeta que debia

producir las perturbaciones observadas en Urano, daba á conocer á varios astrónomos de Europa el resultado de sus cálculos, señalando con admirable precision el lugar que debia ocupar el planeta buscado. Uno de los astrónomos que fué favorecido con la carta del ilustre sabio frances, fué M. Galle, de Berlin, quien contestaba el 25 de Setiembre á Le Verrier en los siguientes términos: «El planeta cuya posicion habeis señalado, existe realmente. El mismo dia en que he recibido vuestra carta he encontrado una estrella de octava magnitud, que no se halla inscrita en la excelente carta *Hora XXI* (dibujada por el Dr. Bremiker), de la coleccion de cartas celestes publicadas por la Academia Real de Berlin. La observacion del dia siguiente vino á decidir que aquella estrella era el planeta buscado.» Pues bien, ese planeta que despues ha llevado el nombre de Neptuno, fué descubierto por medio de aquel anteojo, que contemplaba yo sobrecogido por aquellos recuerdos que me infundian respeto al mismo lugar que pisaba.

Como inherente al instrumento de que vengo hablando, llama sobre todo la atencion la ingeniosa disposicion de los micrómetros del ocular y de otro micrómetro registrador que M. Knorre llama declinógrafo, porque de él se sirve para determinar la diferencia de declinacion de dos astros. El aparato consiste en una tira de papel que se enreda en un eje que es movido por un sistema de pequeñas ruedas ingeniosamente dispuestas, señalándose en la tira, por medio de una aguja movida por un resorte, puntos que sirven para deducir la declinacion de los astros. El resorte es movido por medio del aire comprimido en un tubo de caoutchouc, en cuyo extremo lleva una esferita que se comprime con la mano y aun con el pié. M. Knorre ha podido observar hasta ciento veinte estrellas en quince minutos, determinando sin auxilio de otra persona tanto la declinacion como la ascension recta. De esta manera ha formado el incansable observador un catálogo de 15,000 estrellas. Con el mismo instrumento observa los pequeños planetas, habiendo descubierto dos nuevos y encontrado algunos que se habian perdido.

Otro ecuatorial de 6 pulgadas de la fábrica de Merz & Sohne, en Munich, ocupa la parte Sur del Observatorio. El tubo es tam-

bien de madera, y tiene como tres metros de longitud. Este instrumento se emplea especialmente en la observacion de las ocultaciones de las estrellas por la Luna. Hay ventanas en la cúpula á uno y otro lado del zenit, quedando sólo cerrada una parte correspondiente á éste.

La sala meridiana tiene la forma cuadrada, de 7 metros de lado y $5^{m}50$ de altura. Las ventanas se abren, resbalando sobre el techo por una combinacion de ruedas dentadas. Los postes de mampostería están revestidos con fieltro y cubiertos despues con láminas de acero. Tanto los muros como el techo están formados de una doble cubierta metálica, llevando el techo además un revestimiento de madera. El instrumento que se ve en este importante departamento, es un círculo meridiano de $0^{m}19$ de abertura y $2^{m}56$ de distancia focal. Fué construido por Pistor y Martins en 1868. Los círculos tienen un metro de diámetro y se hallan divididos de $2'$ en $2'$, haciéndose la lectura por medio de cuatro micrómetros con aproximacion de $1''$ correspondientes á cada círculo. La retícula tiene 25 hilos divididos en cinco grupos de 5 hilos cada uno. El cambiador tiene dobles ruedas que se cambian á voluntad y de una manera muy fácil, para que rueden ó sobre los rieles ó sobre el pavimento de la sala. La luz que sirve para iluminar el campo del anteojo, los micrómetros de los círculos de declinacion, el nivel montante, el campo de los colimadores y sus niveles respectivos, los tambores de los microscopios y aun el mismo cuaderno de apuntes del observador, proviene de lámparas de gas que se encuentran encerradas dentro de la doble cubierta de las paredes de la sala, quedando de esta manera alejado el instrumento de la influencia del calor de las lámparas, habiendo podido conseguirse por este medio una temperatura más constante en la atmósfera que rodea al instrumento, y casi igual á la temperatura exterior. El péndulo es de Tiede y el cronógrafo de Hipp.

Contigua á la sala meridiana existe otra pieza con otro círculo meridiano de cuatro pulgadas de abertura, de la misma fábrica de Pistor y Martins, y destinado actualmente á la práctica de los alumnos.

En el brazo del Norte del Observatorio se encuentra un mag-

nífico altazimut construido en la fábrica de Berlin de M. Bamberg, y conforme á las ideas del actual director del Observatorio. La abertura del anteojo es de cuatro pulgadas y media, y su tubo quebrado en ángulo recto tiene una distancia focal de 1^m30. Se invierte por un mecanismo muy fácil. Todo el instrumento reposa por medio de tres tornillos sobre una placa de fierro, que descansa sobre el poste de mampostería. El colimador es de mercurio: la iluminacion se hace tambien por lámparas colocadas á distancia del instrumento sobre el muro. El instrumento se emplea especialmente en la determinacion de las constantes de aberracion y nutacion. La cúpula que la cubre es muy rebajada, casi plana, y se mueve en azimut.

Los péndulos del Observatorio están relacionados con un péndulo patron, por el intermediario de un péndulo electro-magnético, que á su vez se enlaza con seis relojes públicos. El registro de los péndulos se hace automáticamente en la tira de papel de un cronógrafo á ciertas horas del dia, de una manera verdaderamente ingeniosa. Cuando el reloj marca las horas fijadas para hacer la comparacion, se establece un circuito eléctrico, pasando por unas bobinas que atraen una palanca, la cual está dispuesta de tal manera, que haciendo las veces de conmutador, cierra un circuito que se establece por el péndulo, cuya marcha se trata de comparar, registrándose en la tira cronográfica los segundos de dicho péndulo, á la vez que los del patron.

Los relojes públicos son eléctricos, consistiendo su mecanismo en una bobina que se halla situada en el extremo inferior del péndulo, pasando por el centro libre de la bobina una barra que en uno de sus extremos lleva un iman, el cual atrae al electro-iman del péndulo cada vez que se establece la corriente eléctrica, manteniendo así el movimiento del péndulo, y corrigiendo constantemente sus pequeñas diferencias, puesto que la corriente se establece por el contacto del péndulo patron, con una gota de mercurio.

Vimos además un péndulo encerrado en una caja de cristal herméticamente cerrada, en la que se hace el vacío casi completo por medio de una máquina neumática, con el fin de hacer experiencias sobre la oscilacion, sin la influencia del aire. Las oscila-

ciones se miden por medio de un anteojo con movimiento micrométrico, y que lleva una ajuga ó índice que señala la division de una escala que lleva el péndulo en su extremo inferior, cuyas divisiones son pequeños agujeros por los que pasa la luz de una lámpara que llega á ellos por la reflexion de un espejo. Dentro de la caja hay, además, un tubo barométrico que permite apreciar la presion de la pequeña cantidad de aire que puede quedar dentro.

OBSERVATORIO DE POTSDAM.

El Observatorio de Potsdam, de construccion enteramente nueva y aun no concluida del todo, pero faltando muy poco, ha sido destinado exclusivamente á la Astronomía física. Su posicion es magnífica y aun pintoresca: se halla situado sobre una elevada colina, desde donde se descubren extensos planíos cubiertos de vegetacion, y dominando el horizonte casi por completo. Una extension considerable del terreno que lo circunda, pertenece al Observatorio; de manera que el reposo y quietud de que necesitan las observaciones, están debidamente asegurados. Al Sur de la ciudad de Potsdam, dista aquel Establecimiento científico de esta pintoresca ciudad, kilómetro y medio, á partir de la estacion del ferrocarril. Al Oeste del Observatorio pasa el rio Havel, sobre cuyo nivel se halla aquel edificio á 64 metros de altura, 94 metros sobre el nivel del mar. La diferencia de meridianos entre el Observatorio de Berlin y el de Potsdam, es de $1^m 18^s$, encontrándose el segundo al Oeste del primero, y sobre el paralelo 52°22′ 56″ N.

Los trabajos del Observatorio están encomendados á un personal de astrónomos, verdaderamente respetable por su saber, presididos por el profesor Dr. G. Spörer, pero bajo la dependencia de una Comision compuesta de los Sres. Kirchhoff, Törster y Auwers.

El edificio se compone de dos partes esencialmente distintas por su construccion, pero formando un solo cuerpo. La parte anterior, que es la que queda al Norte, comprende los departamentos destinados á la espectroscopía, á la fotografía celeste, á la direccion y á los gabinetes de trabajo de los astrónomos; mas la parte posterior la forman tres cúpulas, en la direccion de Oriente á Poniente, y comunicadas entre sí. Toda la construccion del

Observatorio es de ladrillo, y los muros que reciben la cúpula son de ladrillos huecos: este precioso material es muy usado en Alemania, y en Berlin se ven fachadas completas de aquella piedra artificial, con decoraciones y con una perfecion tal en las molduras, que no dejan nada que desear, ofreciendo un aspecto verdaderamente agradable. Los postes que reciben los instrumentos están construidos bajo un sistema muy particular: son muros circulares enteramente aislados con cimientos muy profundos, sobre los que descansan bóvedas perfectamente unidas con aquellas; las bóvedas y los muros están formados en parte de ladrillo, siendo la otra parte de arenisca, pero todo descansando sobre un cimiento de roca. La cúpula del centro tiene 10 metros de diámetro; ha sido construida por Grubb, el mismo hábil fabricante que se ha encargado de la construccion de los dos ecuatoriales y de las respectivas cúpulas para nuestro Observatorio Nacional. El grande ecuatorial que cubre esta cúpula, tiene 0^m298 de abertura y 5^m40 de distancia focal; el tubo es de madera; la parte óptica pertenece á Schröder en Hamburgo, y el resto de la construccion á Repsold. Este instrumento se emplea en observaciones de estrellas fijas, nebulosas y planetas.

Las otras dos cúpulas que quedan, segun hemos dicho ántes, al Este y al Oeste de la central, son enteramente iguales entre sí, de 7 metros de diámetro, y construidas bajo el mismo sistema de la del centro. El ancho de las ventanas es de 0^m90: se cubren por medio de un doble sistema de láminas de acero, bastante angostas y enlazadas entre sí, de manera que pueden envolverse en cilindros que se hallan colocados tanto en el vértice de la cúpula como en la parte inferior, pudiendo de esta manera dejar libre la parte que se quiere de la ventana y á la altura que se desea, pues á medida que se envuelve una de las láminas se desenvuelve la otra. Hay, además, ventanas á uno y otro lado del zenit. Las cúpulas descansan sobre un sistema de ruedas enlazadas entre sí, pero independientes de la cúpula.

En la torre del Oeste hay un ecuatorial de 0^m207 de diámetro en el objetivo, y 3^m40 de distancia focal: el tubo es de metal y ha sido construido por Grubb. Está destinado á las observaciones físicas del Sol; se ha emprendido una serie de observacio-

nes sobre la diferencia de las temperaturas en las manchas solares; para lo cual se proyecta la imágen del Sol por el método que entre nosotros es conocido con el nombre de Quetelet, y que propiamente debe llamarse de proyeccion, sobre una hoja dispuesta á propósito; se reciben despues los rayos caloríficos de una mancha ó de algun punto del disco solar que parezca conveniente, sobre una pila formada de teluro y bismuto, la cual se comunica por medio de alambres con un galvanómetro: se pueden apreciar en éste las más pequeñas variaciones. El galvanómetro lleva un espejo que se mueve con él, y en el cual se refleja la luz de una lámpara, que despues de reflejada va á proyectarse sobre una escala colocada á la misma distancia que guarda el espejo de la lámpara. La escala es movida á voluntad, y la oscilacion de la luz se aprecia por medio de un anteojo. Es tal la sensibilidad de la pila en el galvanómetro dispuesto de la manera explicada, que se necesita tomar muchas precauciones para evitar que una causa extraña pudiera producir una corriente eléctrica é hiciese indicaciones falsas en el galvanómetro. Con este fin se cierra instantáneamente el objetivo, empleando un mecanismo parecido al que hemos visto en el grande ecuatorial de Bruselas, para que la luz no obre sino un tiempo muy pequeño sobre la pila.

En la torre del Este hay otro ecuatorial de 0^m135 de diámetro en el objetivo, y 2^m16 de distancia focal, construido por Pistor y Martins; el tubo es de madera; lleva adaptado un espectroscopio que se emplea en el estudio de las protuberancias. Hay en la misma torre un buscador de cometas y un fotómetro estelar que sirve para apreciar la intensidad del brillo de una estrella, comparando las imágenes que producen en el aparato la estrella que se va á estudiar y una lámpara cuyo brillo se puede graduar hasta producir una imágen igual á la de la estrella.

En el departamento de la espectroscopía he visto otro fotómetro, pero espectral, con el cual se compara el espectro de la luz del dia ó de cualquiera otra, con el de la luz de una lámpara de petróleo. Existe, además, un espectroscopio de gran dispersion compuesto de 6 prismas, y un instrumento que sirve para medir con suma precision las manchas del Sol, en las imágenes fotográficas.

En el departamento destinado á la fotografía existe un heliostato, compuesto de un espejo plano de 0m25 de diámetro, con movimiento paraláctico y que envia la imágen del Sol á un anteojo de 0m160 de abertura, y 4m00 de distancia focal, al cual se adapta la cámara fotográfica. El anteojo guarda una inclinacion como de 45 grados sobre el horizonte: perpendicular al eje óptico hay un tubo con una lente ocular y por medio del cual se afoca: hay otro tubo que sirve para mover un diafragma muy rápidamente para que la imágen del Sol obre solamente un instante, que se aprecia en un centésimo de segundo, sobre la gelatina bromurada, que es la sustancia que se emplea en las experiencias.

A cierta distancia del Observatorio hay una fábrica de gas y dos máquinas de vapor, que sirven para llevar y elevar el agua á un receptáculo de donde se distribuye para los usos del Observatorio: contigua existe la habitacion del maquinista. El agua se toma de unos pozos que tienen 45 metros de profundidad, en los que se han colocado termómetros de distancia en distancia, que dan la temperatura á diversas profundidades. Se ha encontrado que la temperatura es constante á los 22 metros de profundidad. Los pozos están dispuestos de manera de poder hacer más tarde observaciones sobre el péndulo.

En el mismo Observatorio existe una máquina de Gramme, movida por otra máquina de gas.

Independiente tambien del Observatorio existe el departamento destinado á la habitacion de los astrónomos.

Se piensa dar al Observatorio mayor ensanche que el que actualmente tiene, construyendo otro departamento destinado á la Astronomía telúrica, en el que quedará comprendido el Observatorio magnético.

OBSERVATORIO DE VIENA.

Ninguno de los Observatorios que he visitado en Europa me ha llamado tanto la atencion como el suntuoso y elegante Observatorio de Viena. Construido recientemente en un lugar admirablemente elegido y bajo las condiciones que requiere la ciencia moderna; estudiado en todos sus detalles en vista de los adelantos que en los Observatorios de más nombre pudo conocer el ilustre astrónomo á quien se encomendó el estudio general del proyecto; no pude ménos que, al ser encargado por el Supremo Gobierno de la formacion de un proyecto para el Observatorio Nacional, segun manifestaré más adelante, tomâr como tipo para mi estudio arquitectónico el hermoso Observatorio de Viena. Por esta misma razon procuraré dar una descripcion de él, lo más detallada que me sea posible, refiriéndome sobre todo á la construccion.

El antiguo Observatorio de Viena se hallaba situado en el centro de la gran capital del Reino de Austria, bajo las peores condiciones que podian imaginarse y con instrumentos tan antiguos, sin haber recibido la menor modificacion en su forma primitiva, que apénas podia creerse que así se conservaran en el centro de una civilizacion tan avanzada. La fundacion del primitivo Observatorio data del año 1753, habiendo sido reconstruido en el mismo lugar que ocupaba, en los años de 1826 y 1827, por Littrow, padre del célebre astrónomo que concibió el pensamiento del Observatorio moderno. No puede decirse, sin embargo, que hubiese sido mejorado el Observatorio, puesto que subsistian todas las causas que lo hacian altamente defectuoso, siendo la principal el estar siempre rodeado de una atmósfera sumamente perjudicial á las observaciones, formada de los humos del sinnúmero de chimeneas que rodeaban al edificio. Los avances de la ciencia as-

tronómica eran mayores de dia en dia, y el contraste que con ellos formaba el estacionario Observatorio de Viena, sin que se diese paso siquiera á mejorar sus instrumentos, debia dar por resultado un cambio completo en el género de ideas que lo habian mantenido hasta entónces en aquel lamentable estado. Littrow, el ilustre Director del Observatorio, anterior al actual, concibió el grandioso pensamiento de elevar un nuevo edificio en el mejor lugar posible y con toda la extension y magnificencia dignas de la más sublime de las ciencias. Tuvo la fortuna de ser oido por su Gobierno, y en 1873 el Ministro de Construccion Pública, el ilustre K. Von Stremayer, autorizó la traslacion del Observatorio al lugar que pareciera más conveniente. Comprendiendo entónces el digno Director la conveniencia de aprovechar todos los perfeccionamientos que en los Observatorios más notables, tanto del Viejo como del Nuevo Mundo, se hubiesen llevado á cabo; así como la importancia de ver prácticamente el adelanto de las fábricas de más renombre, comisionó al Dr. Ed. Weiss, entónces primer asistente, y ahora apreciable y digno sucesor de Littrow en la direccion del Observatorio, para que visitase tanto los Observatorios como las fábricas más notables, y recogiese los datos que más importaran en el asunto. El inteligente Dr. Weiss cumplió satisfactoriamente con su cometido, y los planos del Observatorio, hechos por el arquitecto M. T. Tillner, lo mismo que los instrumentos que se mandaron hacer para el Observatorio, fueron estudiados conforme á los detalles técnicos dados por el Dr. Weiss. Se dió principio á la obra en 1874, y quedó terminada en 1880, tres años despues de la muerte de su ilustre fundador.

El Observatorio se halla situado al Noroeste, y como á tres millas del centro de la ciudad, á 200 piés de altura sobre el nivel de aquella, y en el centro de un terreno en el que se ha comenzado á plantar un hermoso jardin. Desde la puerta principal de entrada hay una rampa para coches, que conduce hasta la fachada del edificio: ésta es magnífica y soberbia, correspondiendo á la grandiosidad del todo. El Observatorio tiene la forma de una cruz latina, estando los brazos iguales en la direccion de Oriente á Poniente; la mayor longitud del edificio es de 330 piés de Norte á Sur, y de 240 piés de Este á Oeste. Como el terreno en que se

halla construido el Observatorio está en pendiente, siendo la direccion de ésta de Norte á Sur, resulta que miéntras que en la parte que ocupan los departamentos de los instrumentos, que es la más alta, no hay más que dos pisos, siendo el inferior sumamente bajo, sin contar con el de las cúpulas, que domina todo el edificio, en la parte anterior hay tres pisos principales y un subterráneo, que tambien ha podido contruirse.

En el centro de la cruz se eleva una elegante cúpula de 45 piés de diámetro, construida por M. Grubb en Dublin. Deberá cubrir el grande ecuatorial de 27 pulgadas de abertura, que actualmente se debe estar montando ya en el Observatorio. Al rededor del muro circular por dentro y octagonal por fuera que sostiene la cúpula, hay una espaciosa galería cubierta por bóvedas, que se comunica con otras tres torres que se encuentran en los extremos Norte, Este y Oeste de la cruz, por medio de tres grandes salas casi cuadradas de 12 metros por lado, de las cuales dos, la del Este y la del Oeste, están destinadas especialmente al servicio meridiano, y la del Norte al del anteojo del primer vertical. Las cúpulas de los extremos son iguales entre sí, teniendo un diámetro de 27 piés. La parte Sur del edificio la ocupan las habitaciones, la biblioteca, piezas de calculadores y departamentos de la direccion. La fachada con vista al Sur es magnífica: una especie de vestíbulo en el centro conduce primeramente á una pieza que sirve de paso á la suntuosa escalera que queda en el centro del edificio, cubierta con cristales y ricamente decorada con las galas del arte que sabe producir el buen gusto.

Se ha señalado un defecto capital de que adolece la disposicion general de los diversos departamentos de que se compone el Observatorio. Hemos dicho ántes que una de las principales causas que hacian defectuoso el antiguo Observatorio, era el estar rodeado casi constantemente de esa atmósfera humosa, formada por el gran número de chimeneas que rodeaban el edificio. Pues bien, estando las habitaciones tan inmediatas, sus chimeneas tambien deberán ser frecuentemente un estorbo á las observaciones; pero sobre todo no se concibe cómo pudiendo haber evitado el mal, por lo ménos en parte, con sólo haber colocado la ala mayor del edificio al lado Norte, se hizo precisamente lo contrario,

cuando el mayor número de las observaciones tendrán que ser del lado Sur. Se ha querido encontrar la causa de ese error en el deseo natural del arquitecto, de excitar el gusto estético del público posponiendo las reglas fijadas por la ciencia. Se atribuye tambien á condiciones climatéricas que han hecho necesaria aquella disposicion. Yo creo señalar otra razon que, á mi juicio, se tuvo tambien presente al preferir la disposicion adoptada. Estando el terreno en pendiente, el Observatorio propiamente dicho debia ocupar la parte más alta, y como del lado Norte el terreno está más alto que el del lado Sur, el edificio tenia que ser mucho más bajo para que no estorbara, sin poder por lo mismo sacar tanto partido del terreno como se consiguió del lado Sur. Razones hay, sin embargo, en pro y en contra, que sólo la práctica habrá podido ya apreciar en todo su valor.

Descendiendo á algunos detalles, dirémos que los postes para recibir los instrumentos son grandes macizos de mampostería con magnífica cimentacion y perfectamente consolidados con grandes contrafuertes enteramente aislados del resto del edificio. El poste de la torre central tiene en su mayor longitud, comprendiendo los contrafuertes, 7^{m}50 en su base y 6 metros en su seccion trasversal, con seis contrafuertes distribuidos en los cuatro lados. La altura del poste, desde el nivel del terreno hasta el pavimento de la torre, es de 12^{m}70; hasta el arranque de las cúpulas de 19^{m}80, y hasta el vértice de la misma cúpula de 26^{m}50. Los postes de las tres torres menores tienen en su base próximamente 6 metros en uno y otro sentido; la altura del pavimento es de 9^{m}50, habiendo hasta el arranque de la cúpula 14^{m}30 y 18^{m}50 hasta el vértice.

Los postes no son enteramente llenos, pues se han practicado á ciertas distancias varios claros para aligerar seguramente la construccion y evitar un asiento muy prolongado.

Los techos de las salas meridianas y del primer vertical son de zinc, con ligera curvatura, pero teniendo una doble cubierta de madera en el interior. Las ventanas están cubiertas en la parte correspondiente á los muros con hojas de fierro; la cubierta de la parte superior está bajo el mismo sistema que el techo, es decir, con doble cubierta, y se abre por medio de palancas articu-

ladas, haciendo girar la cubierta al rededor de charnelas y viniendo á quedar hácia un lado del claro.

Las cúpulas tienen algunas particularidades dignas de mencionarse: me ocuparé de la mayor por ser la más importante. La cubierta es de lámina de acero de Bessemer; tiene otra cubierta de madera en el interior, cuya necesidad ha hecho comprender despues la experiencia. Reposa la cúpula sobre un sistema de ruedas enlazadas entre sí, y formando un anillo independiente de la cúpula y de la parte inferior. Son veinte juegos de ruedas los que forman el anillo; cada juego se compone de tres ruedas como de 2 piés de diámetro, cuyos ejes de giracion están rígidamente unidos entre sí por barras de fierro. Las ruedas extremas descansan y ruedan sobre rieles planos formados en una pieza circular de fierro adherida al muro, teniendo una ligera inclinacion la superficie de los rieles, de tal manera que pertenece aquella á la de un cono, cuyo vértice coincide exactamente con el centro de la cúpula: ésta descansa sobre la rueda del centro, teniendo la que queda hácia el interior, dos labios para evitar un desvío del anillo al girar sobre los rieles. Se evita el mismo desvío en la cúpula por medio de pequeñas ruedas adheridas á ella, por brazos que descienden hasta un anillo inferior de fierro adonde tocan las referidas ruedas que tienen una posicion horizontal. El movimiento giratorio de la cúpula se produce por medio de un piñon adherido tambien á la cúpula por medio de un brazo de fierro, y que engrana en una cremallera circular fija en el muro; en el extremo del eje del piñon hay una gran rueda acanalada con una cuerda sin fin, por medio de la cual se mueve con suma facilidad, trasmitiendo el movimiento al piñon y por consiguiente á la cúpula. Cuando se montó ésta provisionalmente en Dublin, sin embargo de no haber quedado perfectamente nivelada, bastaron 70 libras de fuerza de traccion para mover la enorme cúpula, cuyo peso total es de 15 toneladas. Mas como el diámetro de la rueda de cuerda sin fin es diez veces mayor que el del piñon, resulta que un esfuerzo de 7 libras ejercido sobre la cuerda, habria bastado para moverla. Sin entrar en más detalles, las explicaciones anteriores bastan, en mi concepto, para comprender algunas de las ventajas del sistema Grubb, consistiendo las principales en

la facilidad del movimiento, la invariabilidad y seguridad del sistema y su sencillez.

El gran refractor de 27 pulgadas de abertura y 33 piés de distancia focal, que tuve el gusto de ver en la fábrica de Grubb cuando ya se estaba empacando, y que debe montarse bajo la gran cúpula del Observatorio de Viena, es un instrumento que bien mereciera describirse aun en sus más pequeños detalles; pero por desgracia el tiempo sólo me permite dar una idea ligera de él. El sistema moderno para montar los ecuatoriales, que consiste esencialmente en la adopcion de un solo pié de fierro, ha tenido que pasar por algunos cambios en la posicion especial de éste. La forma alemana, que es la que se habia adoptado más generalmente, tenia la desventaja de que al pasar de un lado á otro del meridiano, habia necesidad de invertir la posicion del instrumento; así es que precisamente en los momentos en que tal vez se necesitaba mayor invariabilidad en el anteojo, habia que variar la posicion de éste, de manera que el ocular que quedaba al Oeste, quedase despues al Este, y continuar en seguida la observacion. La forma que tan acertadamente ha adoptado el Sr. Grubb evita aquella desventaja, consiguiéndose desde luego con esto una importante mejora. En la forma alemana del pié de los ecuatoriales, más comunmente usada, se establece que el centro de movimiento del anteojo, que es el punto de interseccion de los ejes polar y de declinacion, debe quedar sobre la línea central del pié en que está montado el aparato, miéntras que en la forma adoptada por el Sr. Grubb el centro de movimiento se halla situado sobre la línea vertical que pasa por el extremo Norte de dicho pié. La magnitud de los diámetros de los ejes que garantiza mayor estabilidad en el instrumento y las precauciones tomadas para disminuir el frotamiento, son otras tantas mejoras que se notan en el sistema de construccion de aquel hábil fabricante; tanto más notables, cuanto que se refieren á un instrumento colosal, que se mueve, sin embargo, con suma facilidad, segun se me ha asegurado.

Como he dicho ántes, yo ví el instrumento desarmado cuando se estaba empacando; pero deseando darlo á conocer en sus principales detalles, voy á copiar la descripcion que ha hecho de él

un astrónomo que lo vió montado en la fábrica pocos meses ántes que yo estuviera en ella. Dice así:

«El pié del instrumento es de forma rectangular; su parte superior termina en una fuerte placa de fierro fundido, cuyo plano tiene una direccion segun el ecuador celeste. El eje horario, de fierro fundido tambien, es hueco y gira en un cilindro del mismo metal fijado con pernos sobre aquella placa y consolidado por un apoyo vertical; su parte superior reposa sobre cojinetes de bronce, miéntras que un círculo fijo hácia su parte inferior rueda sobre un sistema de rodillos cónicos establecidos en el fondo del cilindro; la extremidad termina por una varilla de acero que pivotea en una pieza adherida á la placa y provista de tornillos de ajuste. Una palanca colocada en el pié, apoya contra esta pieza de manera de levantar el eje en el sentido de su longitud; una segunda palanca obra sobre un collar compuesto de rodillos que rodean al eje en su parte superior con el fin de disminuir el frotamiento sobre los cojinetes. El eje de declinacion gira en un tubo fijo sobre las caras del cubo en que termina el eje horario sobre dos sistemas de cojinetes; las facetas de estos cojinetes hacen un ángulo de 120° variable con la latitud; los cojinetes situados del lado opuesto del anteojo son susceptibles de ser desalojados para el arreglo del eje. La presion variable ejercida sobre los apoyos por el eje de declinacion en las diversas posiciones del anteojo, hace difícil el establecimiento de un sistema de contrapesos que disminuya el frotamiento del eje. La dificultad ha sido allanada por el Sr. Grubb. Dicha presion puede ser descompuesta en dos fuerzas: la una dirigida paralelamente al eje horario, obra constantemente de la misma manera; la otra perpendicular á éste, produce sobre los cojinetes una accion que depende de la posicion del anteojo. Para contrabalancear esta última fuerza, el Sr. Grubb ha imaginado la disposicion siguiente: La base del cabo del eje horario se halla cerrada por una fuerte placa de fierro fundido, perforada en su centro por una abertura á través de la cual pasa una barra de acero que lleva en una de sus extremidades una horquilla que abraza en parte el eje de declinacion, terminando la otra extremidad, que es la que penetra en el eje horario, por contrapesos. En la extremidad de cada uno de los dos brazos de la horquilla

están colocados tres rodillos: dos de ellos se apoyan contra dos anillos que oprimen al eje y obran en un sentido perpendicular á este eje; el tercero se adapta á la ranura formada por los dos anillos y su accion se ejerce en un sentido paralelo al eje. Se puede dar cuenta de un tal sistema considerando las posiciones extremas. Si el anteojo se encuentra al Este ó al Oeste del pié, pero en el plano meridiano, el eje será sostenido por dos de los rodillos que apoyan en el sentido perpendicular á este eje; á seis horas de intervalo, en la posicion para la cual el eje de declinacion está en el meridiano, serán los rodillos los que obran en el sentido del eje.»

«Para las posiciones intermediarias, tiene lugar una combinacion variable de dos acciones. En cuanto á la fuerza dirigida en el sentido del eje, sus efectos son combatidos por una palanca compuesta de dos brazos paralelos, que tienen su punto de apoyo sobre el cabo cuyas extremidades están provistas de dos especies de brazaletes formados de rodillos en los cuales se adapta el eje de declinacion; la accion de este sistema se arregla por medio de una tuerca colocada en uno de los brazaletes.»

«El movimiento rápido en ascension recta es producido por un manubrio colocado al pié del instrumento y que obra sobre una rueda dentada fija en la extremidad inferior del eje. El observador puede desde el ocular producir separadamente con una sola manija, movimientos en ascension recta ó en declinacion, segun que el anteojo está sujeto en declinacion ó en ascension recta; se puede sujetar en los dos sentidos: en declinacion por el procedimiento ordinario; en ascension recta por una cuerda que comunica con la uña del sector: en los dos casos el eje se halla oprimido en un punto solamente de su circunferencia, y es necesario una fraccion muy débil de vuelta de tornillo para fijar el instrumento; para la declinacion se hace uso del tornillo de aproximacion ordinario, mas para la ascension recta, de una disposicion algo diferente de la de los epiciclos, generalmente adoptada. El eje del tornillo sin fin que engrana con el sector del movimiento de relojería está cortado en dos, hallándose fijas sobre las extremidades del contacto, dos ruedas dentadas del mismo diámetro, de un número de dientes diferente. Un disco

de bronce de mayor diámetro gira libremente al rededor del eje del tornillo y lleva un piñon que engrana con las dos ruedas á la vez; una cuerda que termina en el ocular conduce á este disco. Si el movimiento de relojería funciona, y si la cuerda es libre, el piñon no hace más que ligar entre sí las dos ruedas, que giran desde entónces con la misma velocidad; pero si se obra sobre el disco movible por medio de la cuerda, de manera de hacer mover el piñon, los dos ejes se desalojan el uno con relacion al otro, y se produce en el conjunto un movimiento de aceleracion, ó de retardo, segun los casos. El regulador del movimiento de relojería, es á friccion.»

«Para ciertos ecuatoriales en que importa no se produzca cambio ó desvío aun al cabo de un tiempo relativamente considerable, como sucede en el de M. Huggins, por ejemplo, el Sr. Grubb ha combinado con el regulador el movimiento de un péndulo en comunicacion eléctrica con un péndulo sideral ordinario y que obra siempre cada segundo en ciertos casos segun las combinaciones adoptadas, de manera de dar al ecuatorial un movimiento que no difiera del de un péndulo astronómico.»

«La lámpara que ilumina el campo, los círculos, y que hace aparecer brillantes los hilos, está colocada en la extremidad del eje de declinacion. Para la ascension recta la luz es desde luego enviada sobre el círculo horario por un sistema de prismas que la reflejan en seguida á través del eje hueco de declinacion en el anteojo, sobre un prisma colocado delante del objetivo de un anteojo apuntador que termina en el ocular; el mismo anteojo permite leer el círculo de declinacion; las dos lecturas se hacen, haciendo girar dicho anteojo sobre sí mismo en un espacio angular de 90°.»

«En el ecuatorial de Viena los dos vidrios del objetivo deben quedar alejados el uno del otro 2 pulgadas próximamente.»

En la torre del Oeste hay un ecuatorial de 12 pulgadas de abertura y 17 piés de distancia focal, construido últimamente por Alvan Clark. La silla del observador ofrece un mecanismo digno de mencionarse por la facilidad con que puede moverse y por la comodidad que proporciona al hacer las observaciones: es segun el modelo de la de Cambrige de Horward College,

pero notablemente mejorada. La silla se halla instalada sobre un gran carro de fierro que se mueve sobre rieles circulares al rededor del instrumento: puede aquella subir ó bajar siguiendo en su movimiento la misma superficie que describe el ocular, de manera de poder estar siempre que se observa á igual distancia de él. Tanto el movimiento del carro como el de la silla sola, es producido á voluntad del observador y con suma facilidad. El mecanismo de la silla consiste en un tornillo sin fin vertical que engrana en una rueda con la que se mueve un eje horizontal; en los extremos de este eje hay otras dos ruedas, arriba de las cuales y en el mismo plano se encuentran otras dos que se enlazan con las de abajo por medio de una cadena con eslabones de engrane; las cadenas suben hasta la parte superior del carro, en donde se unen á pesos que tienden á hacer subir la silla, miéntras que los extremos inferiores llevan pesos que tienden á hacerla bajar. Contrapesada de esta manera la silla, el observador hace girar el tornillo sin fin en uno ó en otro sentido, y puede de esta manera subir ó bajar á voluntad.

En la torre del Norte hay un buscador de cometas de 6 pulgadas y 4 piés de distancia focal, sin mecanismo de relojería. Parece que se piensa poner en la otra torre un ecuatorial destinado á trabajos fotográficos. En la sala meridiana del Oeste existe un círculo meridiano de $0^{m}11$ de abertura y 2^{m} de distancia focal; el objetivo es de Fraunhofer; el círculo está dividido de $3'$ en $3'$, cuya lectura se hace con cuatro microscopios colocados en otro círculo. En la sala del Este hay varios instrumentos, restos del antiguo Observatorio. Más tarde deberá montarse un magnífico círculo meridiano. En la sala del Norte existe un anteojo colocado en el primer vertical, cuyo objetivo pertenece tambien á Fraunhofer teniendo $0^{m}12$ diámetro el objetivo y como 2^{m} de distancia focal.

OBSERVATORIO DEL COLEGIO ROMANO.

El Observatorio del Colegio Romano no ofrece, es verdad, al visitante, el atractivo de los grandes Observatorios de Europa, que por la elegancia y magnificencia de su construccion, por lo pintoresco del lugar en que se hallan situados y por las condiciones ventajosamente apropiadas á la estabilidad de los instrumentos, nada dejan que desear en el ánimo del astrónomo visitante, que ansioso busca tambien las formas grandiosas ó las bellezas artísticas en esos templos del saber humano, en que dilatarse debe el espíritu á la contemplacion de las más sublimes verdades. El Observatorio del Colegio Romano nada de esto puede ofrecer; pero en cambio se levantan en el alma sentimientos de otro género, ideas del respeto más profundo, al penetrar en el recinto de sus modestos departamentos, y al contemplar sus pocos pero notables instrumentos, con los que un número reducido tambien de astrónomos, ha dado sin embargo á la Astronomía física, un contingente relativamente mayor que ningun otro Observatorio de Europa. Los nombres de G. Calandrilli, que debe considerarse como el fundador del Observatorio; de Francisco de Vico, que tanto llamó la atencion de los astrónomos sobre notables estudios y trabajos que se emprendian en aquel Establecimiento; el del P. Secchi, á quien tanto debe la Astronomía física, son nombres que se hallan íntimamente unidos á la historia del Observatorio del Colegio Romano, que ha merecido el respeto y consideracion de los sabios. Ya se adivinará entónces cuáles habrán sido mis emociones al verme frente á aquel ecuatorial de Couchoix, con el que el célebre de Vico, entre otras observaciones notables, hacia sobre los satélites de Urano aquellas que hasta entónces sólo se creian accesibles al gran telescopio de Herschel; al tener delante de mí al círculo meridiano de Ertel, con el que el mismo de Vico

y su digno colaborador el P. Gambara, enriquecieron con sus descubrimientos la ciencia cometaria; al ver, por último, el magnífico ecuatorial de Merz, digno del bello cielo de Italia, con el cual, durante 25 años, exploró el P. Secchi con una constancia admirable, los vastos campos del cielo, dejando así señalado á los observadores romanos el ámplio camino que debian seguir.

Se halla construido el Observatorio sobre el brazo oriental de la iglesia de San Ignacio, contigua al Colegio Romano. Los pilares interiores fueron construidos para recibir una enorme bóveda, que debia tener 17^{m}80 de diámetro y una altura que no debia bajar de 80 metros sobre el pavimento del templo; así es que aquellos pilares son enormes macizos que ofrecen en su parte superior una superficie bastante extensa para recibir, no sólamente los postes de los instrumentos, sino las piezas completas en que se hallan. La sala meridiana tiene una forma elíptica, de 7 metros el eje mayor y 4^{m}80 el menor. Hácia la parte occidental de la sala hay una especie de nicho con un péndulo sideral de Dent; hay además otro reloj que marca el tiempo medio y que sirve para arreglar el tiempo de la ciudad, lo cual se hace por medio de una esfera que se hace subir á la parte superior de una asta, donde permanece 4 minutos; á las doce en punto baja violentamente la bola, cerrando en su caida un circuito eléctrico, cuyos alambres comunican con un cañon situado y convenientemente preparado en el castillo de San Angelo, soberbio mausoleo mandado construir por Adrian para que encerrase los restos de él y de su familia. Los postes del círculo meridiano son de granito; pesa cada uno 3,560 kilógramos; tienen la forma de pirámide truncada, 2 metros de altura sobre el piso de la sala, siendo las dimensiones de la base 0^{m}75 por 0^{m}46. El instrumento que se halla montado en esta pieza es un círculo meridiano de Ertel de bastante precision, montado en 1852 en el lugar que ocupaba ántes un círculo de Reichenbach; el diámetro del objetivo es de 4 pulgadas con distancia focal de 1^{m}55; tiene dos círculos de declinacion de 0^{m}70 de diámetro, divididos de 3′ en 3′ y con aproximacion de 2″; del lado Norte hay un colimador cuyo anteojo tiene 0^{m}92 de largo, y montado sobre un poste de mármol: hay tambien colimador de mercurio. El aparato invertidor rueda sobre rieles que se cruzan en

ángulo recto con otros, enlazándose entre sí por medio de una plataforma giratoria. El ancho de las ventanas es de 0^m85; son tres hojas que se abren, girando sobre charnelas, por medio de un mecanismo de ruedas dentadas.

En una pieza circular de madera se encuentra un anteojo de Couchoix, montado paralácticamente con pié de fierro fundido; la abertura del objetivo es de 6 pulgadas, y su distancia focal de 2^m50; movimiento de relojería. Este instrumento está destinado á las observaciones de los grandes cometas y de las manchas del Sol.

Cuando el P. Secchi se encargó de la direccion del Observatorio, pensó desde luego en la formacion de un proyecto que respondiera á las exigencias del moderno saber. Despues de varios estudios y discusiones sobre el particular, se vino á resolver por último, construir los departamentos sobre los muros y pilares destinados á recibir la gran bóveda de San Ignacio. El proyecto fué hecho para un Observatorio de Astronomía física; el sabio jesuita, Director del Establecimiento, meditó seriamente sobre los inconvenientes que tenia que vencer para que el Observatorio abarcara tambien los estudios de Astronomía matemática, y aun para ver coronados sus deseos en el ramo á que más se inclinaba, tuvo que vencer grandes dificultades; mas gracias á la filantropía de un sabio astrónomo, el P. Paolo Rosa de Conti, quien consagró una parte considerable de su fortuna para la compra de un poderoso ecuatorial, y gracias tambien á la generosidad de Pio IX que cooperó á la realizacion de la idea con algunas sumas de su peculio particular, tuvo el gusto el P. Secchi de ver que el mismo Pontífice inaugurase solemnemente el Observatorio en el mes de Octubre de 1853. Desde esta fecha el ilustrado Director del Observatorio del Colegio Romano abria con sus estudios un vasto campo de observacion en las regiones hasta entónces inexploradas del puro y hermoso cielo de Roma, y en cuyo fondo más tarde podian leer los escudriñadores del cielo, al lado de muchos descubrimientos, el respetado nombre del P. Angelo Secchi.

El grande ecuatorial se halla cubierto por una cúpula de madera de 7^m72 de diámetro, cilíndrica en la parte inferior y terminando en un segmento esférico en la superior; descansa sobre 8

ruedas de ejes fijos en el muro circular inferior; éste descansa á su vez sobre un sistema de bóvedas apoyadas sobre el muro exterior del templo. La ventana de la cúpula que se extiende á poco más de un cuadrante y con un ancho de 1^{m}20, tiene tres divisiones cubiertas por hojas que resbalan unas sobre otras. El punto más alto de la cúpula es de 7^{m}21 sobre el pavimento. El movimiento de la cúpula se produce por medio de un manubrio que comunica con una combinacion de ruedas dentadas, engranando una de ellas en una cremallera fija en la parte cilíndrica movible. El poste que recibe el instrumento es de granito, cuya mayor altura sobre el pavimento es de 2^{m}90; tiene un basamento de 0^{m}58 de altura, descansando además sobre otro de 0^{m}15. El poste de granito pesa 14,000 libras. El centro del instrumento queda á 3^{m}25 de altura. El anteojo tiene 9 pulgadas francesas de abertura, ó sean 0^{m}244 y 4^{m}328 de distancia focal; el tubo de madera ligeramente cónico. El eje horario tiene 0^{m}09 de diámetro, y 1^{m}12 de longitud; el diámetro del círculo horario es de 0^{m}40 con divisiones en lámina de plata de 40 en 40 segundos de tiempo; el nonius da de segundo en segundo. El tubo de declinacion es de fierro fundido de 0^{m}90 de largo; el círculo de declinacion tiene 0^{m}50 de diámetro, con divisiones de 5′ en 5′, y un nonius que aproxima de 4″ en 4″: este círculo va acompañado de otro que sirve para fijar el instrumento en declinacion. Los hilos de los micrómetros están dispuestos de manera que pueden parecer oscuros en un campo iluminado, ó brillantes sobre un fondo oscuro. No se necesita diafragma para obtener mayor claridad, pues sólo cuando se quiere disminuir el efecto de la oscilacion del aire, se usa con ventaja un diafragma de 5 pulgadas.

En el departamento meteorológico ví un meteorógrafo idéntico al que existe en nuestro Observatorio Central de Palacio, no teniendo aquel más diferencia que la de ofrecer 6 indicaciones para los vientos en lugar de 4.

El grande ecuatorial fué destinado desde luego á los estudios sobre las estrellas dobles, determinando el P. Secchi una nueva medida de sus posiciones recíprocas, y fijando sobre todo su atencion en las estrellas más australes. En vista del excelente poder óptico del anteojo, se dió con él más ensanche á las observa-

ciones, extendiendo el exámen á muchas nebulosas planetarias, y haciendo estudios importantes sobre los planetas y anillo de Saturno, y sobre la distribucion de las estrellas fijas.

Seria salirme de mi propósito si me propusiera dar una idea de todos los trabajos, descubrimientos y útiles aplicaciones que se han hecho en el Observatorio del Colegio Romano, por sus laboriosos y entendidos astrónomos.

OBSERVATORIO DE NÁPOLES.

Mi visita al Observatorio de Nápoles tuvo lugar en circunstancias las ménos propicias para que hubiese podido tomar con algunos detalles los datos que más me importaba conocer. El muy apreciable Director del Observatorio, Sr. Annibal de Gasparis, tenia en aquellos dias un cuidado de familia, y aunque recibí de él muestras muy marcadas de atencion, no pudo acompañarme más que un empleado del Observatorio, el único que se encontraba en aquellos momentos en el Establecimiento. Agréguese á esto una constante lluvia que impedia abrir las ventanas de las cúpulas y examinar con detenimiento la parte exterior del edificio.

El Observatorio se halla situado sobre una elevada colina llamada Miradois, en el punto conocido con el nombre de Capo di Monte. Domínase desde allí un hermoso y vasto horizonte, extendiéndose como á los piés del Observatorio, la pintoresca y populosa ciudad; más allá, al S., el extenso y hermoso golfo de Nápoles, y al Este el imponente cráter del Vesubio. Púsose la primera piedra de aquel notable Establecimiento el 4 de Noviembre de 1812, segun las órdenes de Murat, rey entónces de Nápoles. Aunque la construccion se comenzó con bastante actividad, tuvo que suspenderse poco despues, hasta que en 1815 Fernando IV impulsó la obra y logró verla concluida el año de 1819.

El Observatorio, además de tener una posicion dominante, está rodeado de un extenso y hermoso jardin, quedando de esta manera perfectamente garantizado el aislamiento de los instrumentos. Las habitaciones de los astrónomos quedan en uno de los extremos del jardin, al Sur del Observatorio.

En la sala meridiana se encuentran un círculo meridiano de Reichenbach y un anteojo de pasos del mismo autor: éste tiene una abertura de 11 centímetros y medio y 2 metros de distancia

focal. El círculo meridiano tiene 11 centímetros de diámetro en el objetivo y 1m64 de distancia del foco; el círculo con el que se miden las distancias polares tiene 1 metro de diámetro; la lectura se hace con cuatro micrómetros que dan de 2″ en 2″; el eje de rotacion descansa sobre cojinetes triangulares de bronce con movimiento propio para arreglar el instrumento; uno de ellos se mueve en el sentido vertical y el otro horizontalmente. Los pilares sobre que descansa son de mármol, construidos á cierta profundidad para asegurar su aislamiento del piso. Una lámpara colocada á la mitad del muro de la pieza, sirve para iluminar los micrómetros por medio de espejos reflectores. Hay dos péndulos, uno de Barraud, London, compensador de mercurio, y el otro de Arnold, tambien de Lóndres, de varilla metálica.

El ancho de la sala es de 8m60; está cubierta con una bóveda de cañon seguido.

Hay, además, otro departamento con un círculo meridiano de Repsold, cuyo anteojo tiene 6 pulgadas de abertura y como 2m30 de distancia focal. El círculo de declinacion tiene 1 metro de diámetro, haciéndose la lectura por un sistema de cuatro micrómetros que se hallan colocados en un segundo círculo. Los hilos de la retícula son movibles en ascension recta y declinacion, y pueden aparecer brillantes sobre un fondo oscuro, ó negros sobre un campo iluminado: tiene su correspondiente aparato invertidor y sus respectivos colimadores: en el mismo departamento existe un péndulo de Grimalde, con compensador de mercurio, y un cronógrafo cilíndrico de Hipp. Con este círculo se observan las estrellas fundamentales.

La Biblioteca está distribuida en dos piezas; en una de ellas se encuentra colocado provisionalmente un ecuatorial con movimiento de relojería, tubo de madera, pié de fierro, 7 pulgadas de abertura y 2m80 de distancia focal. Hay, además, varios instrumentos portátiles. Los relojes públicos se arreglan por un péndulo del Observatorio que marca el tiempo medio de la ciudad; un alambre telegráfico sirve para que el disparo de un cañon en el castillo de San Elmo, indique todos los dias las doce en punto.

Del Observatorio de Nápoles han salido trabajos de verdadera importancia. El actual Director, Sr. Gasparis, se ha hecho no-

table por sus descubrimientos de varios planetas, y por otros estudios de grande utilidad. Esto mismo me ha hecho sentir más y más que mis apuntes tomados de este Observatorio, estén léjos de corresponder á mis deseos y aun adolezcan tal vez de algun error por la precipitacion con que tuve que tomarlos.

OBSERVATORIO DE GINEBRA.

El dia 14 de Octubre de 1881 tuve el gusto de visitar el Observatorio de Ginebra, el cual, aunque pequeño, revela desde luego la perfecta organizacion en los trabajos, la inteligencia con que se ejecutan, y el ingenio y habilidad de los astrónomos, que á cada paso se descubren en varios de los detalles de los instrumentos, cuya forma y disposicion no carece de originalidad. Procuraré dar una idea de aquellos que más me han llamado la atencion, sin detenerme mucho en descripciones que juzgo de poca utilidad para mi objeto.

El Observatorio se halla situado en la parte culminante de una de las más elevadas colinas sobre las que se extiende la parte Este de la ciudad. Circunda al edificio, como generalmente hemos visto en los Observatorios hasta aquí descritos, un amplio y bonito jardin accesible solamente á personas de á pié. El horizonte que domina el Observatorio es bastante extenso; la vista que ofrece el panorama de la ciudad con su hermoso lago y el de algunas montañas de los Alpes, es espléndida; las fértiles campiñas de la Suiza se agrupan al rededor de aquella pintoresca ciudad, dando una idea de lo que podrán ser los caprichos todos con que la naturaleza dotó aquel suelo privilegiado.

El edificio del Observatorio forma un solo cuerpo, con los departamentos de los instrumentos y las habitaciones de los astrónomos. Independiente existe, sin embargo, una pieza circular en donde se halla montado el grande ecuatorial. La cúpula es cilíndrica, bajo un sistema semejante á la de Greenwich: tiene 7 metros de diámetro; dos macizos perfectamente construidos sirven de poste al instrumento, cuyo sistema es el inglés antiguo. El anteojo del ecuatorial tiene 10 pulgadas de abertura, y $3^{m}75$ de distancia focal. El mecanismo de relojería es sustituido, en el ins-

trumento que me ocupa, por un sistema original que no dejó de llamarme la atencion; es una turbina hidráulica la que comunica el movimiento al aparato con el grado de fuerza que se quiera, pudiendo graduar el movimiento giratorio del anteojo en ascension recta hasta hacer que corresponda exactamente á la velocidad aparente del astro. El agua viene de una fábrica de la ciudad, elevándose en el Observatorio, por medio de una bomba, á un receptáculo que queda á cierta altura de la turbina; llega á ésta por un tubo delgado provisto de una llave que puede manejar con suma facilidad el astrónomo por medio de una varilla, desde su punto de observacion; la llave sirve para dejar pasar la cantidad de agua que se necesite y darle á la turbina la fuerza que se desea. La pequeña turbina hace girar una varilla con articulaciones semejantes á las que tienen las varillas de los grandes anteojos que comunican con los tornillos de presion ó de aproximacion. Por una combinacion muy sencilla la varilla hace girar un tornillo sin fin, en donde engrana una rueda dentada, que va fija al círculo horario. Para detener el instrumento en un instante dado, el observador hace uso de otra varilla que comunica con un tornillo de presion que fija ó deja libre una placa en la que se halla el tornillo sin fin; la placa, estando libre, puede moverse en el sentido de su longitud; así es que aflojando el tornillo de presion, la varilla de la turbina al hacer girar el tornillo sin fin, produce á la vez un movimiento longitudinal en éste, sin que pueda obrar sobre el círculo horario; y si se ha cerrado á la vez la llave que da libre curso al agua, el movimiento de la placa y del tornillo continúa hasta que pierde la varilla de la turbina su velocidad adquirida.

En el mismo torreon he visto un cronógrafo con combinaciones muy ingeniosas en la tira, en la que se puede tomar señales de un cronómetro comun y del péndulo patron para comparar la marcha de aquel con la de éste. El péndulo es de Grutkaes en Dresde.

El instrumento que existe en la sala del servicio meridiano tiene tambien algunas particularidades dignas de mencionarse. Es un círculo meridiano cuyo anteojo tiene 4 pulgadas de abertura en el objetivo y $1^{m}40$ de distancia focal: cuatro micrómetros

sirven para hacer la lectura del círculo de declinacion, los cuales se iluminan por una lámpara colocada á distancia y cuya luz va á dar al círculo por medio de superficies parabólicas reflectoras que llevan los objetivos de los micrómetros. El instrumento ha sido construido en la misma ciudad de Ginebra: las lentes, lo mismo que las de los otros instrumentos, son de la fábrica de Munich. Los postes que reciben al instrumento, son de piedra. El sistema de contrapesos es distinto del comun, pues aquí consiste en una varilla vertical de cada lado, en cuyo extremo superior hay una rueda de antifriccion sobre la que descansa en parte cada muñon del anteojo: las varillas quedan cerca de las caras interiores de los postes; sus extremos inferiores vienen á descansar sobre los extremos de dos brazos de palanca en cuyos otros brazos se aplican los pesos que contrabalancean el peso del anteojo. La inversion de éste se hace tambien de una manera cómoda y sencilla; el aparato invertidor camina en rieles, teniendo abajo una varilla de fierro que al llegar el aparato al punto conveniente, entra en un pequeño agujero, deteniendo y fijando de esta manera al cambiador. En uno de los brazos que reciben al anteojo, hay otro mecanismo semejante para fijar exactamente la posicion que deben guardar dichos brazos.

Un aparato especial sirve tambien para el uso del nivel montante. Es una armadura de fierro colocada cerca del muro con un movimiento giratorio para tomar la posicion que se quiere, ya sea á cierta altura sobre el anteojo, ó sea acercándola á la pared. En el extremo de dicha armadura ó especie de puente, se coloca el nivel montante, el cual una vez puesto en la direccion del anteojo, se hace bajar hasta que descanse sobre éste, por medio de unos tornillos que tambien lleva el aparato con sus índices respectivos: la lectura se hace por medio de un espejo reflector colocado convenientemente. En la misma sala meridiana hay dos péndulos; uno de ellos, que es el que se emplea en las observaciones, es de Dent, con un circuito microfónico que se establece y se puede llevar á voluntad á la sala de los cronómetros para hacer la comparacion, pudiendo de esta manera oir los golpes del péndulo en cualquiera departamento del Observatorio, si se quisiera.

En la sala de los cronómetros hay muchos de éstos que mandan las fábricas para su comparacion; se sujetan á diversas temperaturas y se les da posiciones distintas para observar su marcha. Ví aquí tambien otro péndulo, que es el mejor de todos, de la fábrica de E. Kutter en Strettgart. Hay establecida una comunicacion eléctrica con el Palacio municipal, para el arreglo del tiempo público.

Al Oeste de la sala meridiana hay un torreon con una cúpula que cubre un altazimut. El eje óptico del anteojo coincide con el eje de rotacion del mismo; mas para poder dirigir el instrumento á cualquiera punto del cielo, el objetivo se encuentra en un pequeño tubo que se une perpendicularmente con el resto del cuerpo del anteojo, que conserva una posicion herizontal. Hay tambien aquí otro péndulo. Al otro lado de la sala, es decir, al Este, se ve un pequeño ecuatorial de Gambay, de 4 pulgadas de abertura y que no ofrece grande interes.

OBSERVATORIO DE SAN FERNANDO.

El dia 1º de Noviembre de 1881 tuve el gusto de visitar el Observatorio de San Fernando. Su digno Director, el Sr. D. Cecilio Pujazon, me proporcionó en aquel dia momentos de verdadero placer, que han dejado en mi alma gratos recuerdos, por la amabilidad y cortesía de tan apreciable persona, por su deferencia y eficacia en proporcionarme datos que me fueron de mucho provecho, y por el acierto con que dirige un establecimiento que con justicia ocupa un lugar distinguido en Europa. El Sr. D. Agustin Sanchez Antuniano, Cónsul de México en Cádiz, tuvo la bondad de acompañarme, y ambos hemos recibido muestras de fina atencion del ilustrado Director del Observatorio Naval de España.

Al Sudeste de Cádiz y á una distancia como de 15 kilómetros, siguiendo el desarrollo del ferrocarril, comienza la poblacion de San Fernando, que tambien se conoce con el nombre de «La Isla,» nombre que trae su orígen de que estando situados Cádiz y San Fernando en una lengua de tierra larga y estrecha que entra en el mar, se halla cortada aquella por un verdadero canal que llaman rio de San Pedro, lo que ha venido á formar de aquella faja de tierra una verdadera isla. A orillas de la poblacion, y sobre una colina que deberá tener de 30 á 40 metros sobre el nivel del mar, se eleva el importante edificio que lleva el nombre de Observatorio de Marina de San Fernando. El horizonte que se domina en aquel lugar es magnífico, como debe suponerse, no habiendo otro límite en una grande extension, que la línea trazada por las azulosas aguas del mar. Desde el balcon de la cúpula central del Observatorio, se descubren á una gran distancia y sobre una prominencia, las importantes poblaciones de Chiclana al S.E., y de Puerto Real al N.E., siendo además original

y hermosa la vista que ofrece Cádiz, que aparece como flotando sobre las aguas del mar, completando el cuadro de aquel bello panorama, la misma poblacion de San Fernando, que se extiende al pié de la colina.

La fachada principal del Observatorio queda hácia el S. Ocupa la parte central una columnata dórica, sencilla en su decoracion, pero elegante en sus proporciones y aun de un aspecto monumental; la altura del pórtico corresponde á los dos pisos que tiene el Observatorio, siendo sin embargo de un solo piso las salas destinadas al servicio meridiano que ocupan los extremos de la fachada. El piso inferior está dividido en cinco compartimientos; el del centro comprende una especie de vestíbulo y el poste dividido por un arco, destinado á recibir el grande ecuatorial; al Este una sala destinada á la oficina de calculadores, y á continuacion una de las salas del servicio meridiano, con una subterránea correspondiente; al Oeste, piezas simétricas á las anteriores. En la parte posterior del compartimiento del centro, se halla el archivo. En el segundo piso, el departamento de la Direccion, dos piezas laterales y tres piezas en la parte posterior, ocupadas por la Biblioteca; en el centro se eleva la torre del ecuatorial, con una cubierta cilíndrica giratoria de madera. Separada del Observatorio, hácia el Este, se ve una pieza exagonal destinada especialmente á las observaciones magnéticas; al Sur, despues de atravesar un jardin, se encuentra el Observatorio Meteorológico; del lado occidental é independiente á la vez, se halla el edificio destinado á las habitaciones de los astrónomos, con departamentos tambien para los practicantes de la marina. Me ocuparé ahora de dar una idea de los principales instrumentos con que cuenta el Observatorio. En la sala meridiana del Este hay un círculo meridiano de 8 pulgadas de abertura, y cuya descripcion omito por ser enteramente igual al de Greenwich. En la misma pieza hay un cronógrafo de E. Hardy, de Paris, de cilindro, con una duracion de tres horas en su movimiento; un péndulo de Lozada sirve para las observaciones. Hay, además, un estante en donde se conservan varios instrumentos antiguos, como son dos ecuatoriales, un altazimut, un catetómetro, etc. Se piensa establecer en la misma sala otro instrumento meridiano,

estando ya construidos los postes y las ventanas respectivas. Se abren éstas por medio de cordeles que hacen resbalar las hojas lateralmente. En la pieza subterránea, cuya altura es de 6 metros próximamente, hay un péndulo de Dent, en prueba todavía, que bate dobles segundos con compensacion barométrica. Se halla establecida por medio de un barómetro de sifon de la manera siguiente: hay una plancha que sostiene una especie de balancin; de uno de sus brazos se halla suspendido un peso, el cual descansa sobre la superficie de mercurio libre del barómetro; el otro brazo lleva un iman que corresponde á la posicion vertical de la varilla del péndulo, el cual á su vez lleva una barra imantada; la distancia que média entre ésta y el iman es variable, como puede comprenderse, y lo será tambien por lo mismo su recíproca atraccion ó repulsion, pudiendo graduarse este efecto de tal manera, que haya una compensacion en la variacion que pudiera sufrir el péndulo, en virtud de las distintas presiones atmosféricas.

En la sala correspondiente del Oeste, hay un círculo mural y un anteojo de pasos de $0^{m}12$ de abertura, estando ambos instrumentos colocados en el mismo meridiano. Ví tambien un altazimut de A. Repsold (Hamburgo, 1879), anteojo acodado, aproximando 1′ el círculo horizontal; sobre el mismo meridiano, otro altazimut de Brunner, sirviendo ambos para estudios de longitud. En la misma pieza hay un aparato con cuatro anteojos, que sirve para la comparacion de reglas geodésicas, llevando además anteojos para la lectura de los termómetros que acusan las diferentes temperaturas de las reglas. En la sala contigua hay un cronógrafo de M. Slipp (Neuchatel-Suisse), de cilindro, muy manual, cuyo movimiento dura una hora; hay, además, un péndulo magnético, y los aparatos telegráficos necesarios para ensayar los métodos que se emplean en los cambios de señales para la longitud.

El grande ecuatorial es de Brunner, de $0^{m}26$ de abertura y 5 metros distancia focal; el poste en que descansa ofrece una grande estabilidad; el círculo de declinacion aproxima 1″, lo mismo que el círculo horario; aproximacion mayor que la que se necesita, puesto que con los grandes ecuatoriales sólo se hacen observa-

ciones diferenciales. La cúpula, que segun hemos dicho ántes es cilíndrica y de madera, tiene 8 metros de diámetro; descansa en un sistema de ruedas de fierro enlazadas entre sí é independientes de la cúpula y que ruedan sobre un carril fijo en el muro; el movimiento se produce por una combinacion de engranes cuyo punto final es una rueda dentada en el interior, fija en la cúpula. Las ventanas se abren por el mismo sistema que las de las salas meridianas, resbalando hácia los lados.

En el Observatorio magnético hay un magnetómetro que registra la declinacion de la aguja, la fuerza horizontal y la vertical. Una lámpara de petróleo refleja su luz en un pequeño espejo que se mueve con la aguja; la luz reflejada pasa por un tubo de madera en el que hay una pantalla que la reduce á un punto luminoso, llegando de este modo al papel sensibilizado que se enrolla en un cilindro movido por una máquina de relojería. Periódicamente se interrumpe la luz durante un corto intervalo, quedando así marcados los tiempos de la variacion magnética. La pieza en que se halla colocado el aparato es subterránea, conservándose en ella una temperatura casi constante, pues su mayor variacion es de 1°.

La biblioteca del Observatorio es magnífica; encierra como diez mil volúmenes, distribuidos en tres salas que ocupan la parte alta y posterior del edificio, con la clasificacion siguiente: en la sala del Oeste, obras de astronomía, de matemáticas, de física, etc.; en la central, miscelánea; y en la del Este publicaciones periódicas.

Los trabajos del Observatorio consisten especialmente en estudios de astronomía matemática; el almanaque que anualmente publica el Observatorio con la debida anticipacion para el uso especial de la marina, da desde luego una idea del adelanto á que ha llegado aquel importante Establecimiento, siendo además una escuela práctica, de donde salen anualmente jóvenes aptos para la marina.

OBSERVATORIO DE MADRID.

Acompañado de los Sres. D. Jesus Zenil, secretario de la Legacion Mexicana en Madrid, y del jóven, mexicano tambien, D. Agapito Ortiz, tuve el gusto de visitar el Observatorio Astronómico situado en uno de los puntos más culminantes de la Metrópoli de España. El Sr. Aguilar, director de aquel Establecimiento, se encontraba enfermo el dia de mi visita, por cuyo motivo sólo pudo acompañarnos el Sr. D. Miguel Merino y despues el Sr. D. Antonio Ventosa, astrónomo encargado especialmente del grande ecuatorial. Este instrumento ha sido montado, provisionalmente segun parece, en el centro del edificio, destinado á las habitaciones, el cual se halla enteramente separado del Observatorio propiamente dicho, que, aunque de hermoso aspecto y de carácter monumental podemos decir, no llena las condiciones que requiere el objeto á que se ha querido destinar. Su defecto capital está en la cúpula que debia cubrir el grande ecuatorial del Observatorio, sin embargo de que juzgado arquitectónicamente tiene gracia, sin carecer de mérito artístico, única razon que ha tenido el Gobierno para oponerse á la reforma que con causa muy justificada han propuesto é intentado hacer los astrónomos del Observatorio. El arquitecto olvidó además construir un poste que debia recibir el instrumento, si con tal objeto se construia la cúpula. De aquí resulta que aquel edificio, con sus monumentales columnas de granito que forman el pórtico del centro de la fachada, y con su graciosa cúpula sostenida por diez y seis columnas jónicas de granito tambien, y de una sola pieza, podrá llenar las condiciones que se quiera y satisfacer perfectamente las reglas del arte y de construccion, ménos las que requiere la ciencia de los astros, sin que de nada sirva, podemos decir, la posicion dominante del Observatorio y su completo

aislamiento. Por este motivo tambien sólo un instrumento ha podido montarse con las buenas condiciones que requiere su instalacion. Es aquel un círculo meridiano de Repsold, de 0^m15 de abertura y 2^m de distancia focal; lleva dos círculos verticales y seis micrómetros para hacer las lecturas; el nivel para las rectificaciones del eje del anteojo es de suspension; el sistema de contrapesos es el de barras que obran como brazos de palanca por la parte superior; postes de granito. Un buen péndulo de Dent sirve para las observaciones. La ventana tiene, en mi concepto, el defecto de ser demasiado alta; se abren sus hojas girando sobre charnelas por medio de cordeles que se enredan en un tambor que se hace girar por medio de una rueda; las hojas son dos y una pequeña en el centro, que se abre forzosamente cuando se abre alguna de las otras dos. De la misma pieza párte un alambre telegráfico que comunica al Observatorio con el Ministerio de Gobernacion, comunicacion que sirve para trasmitir la hora y arreglar el tiempo público.

Contigua á la sala meridiana hay una pieza de estudio en la que ví un barógrafo de A. Radier de Paris, que aunque de construccion ordinaria, es bastante bueno; el cilindro hace una revolucion en seis dias. En la pieza de la bóveda central existen varios instrumentos para trabajos de campo, siendo el mejor un anteojo acodado de Repsold, enteramente nuevo. La ala occidental se ha destinado á la biblioteca.

Las piezas del piso superior forman el departamento de los trabajos de gabinete: en una de ellas ví un aparato sencillo pero ingenioso, que da indicaciones de la velocidad del viento. Es una carátula de reloj en que la aguja del instantero va señalando distancias recorridas por el viento, que están de antemano calculadas de 20 metros; la aguja es movida por una palanca al ser ésta atraida por el electro-iman de un par de bobinas, en las que se cierra un circuito eléctrico, cada vez que lo permite un mecanismo fácil de concebir, establecido en el anemómetro; pues consiste en una pieza metálica que gira con una velocidad que guarda cierta proporcion con el número de vueltas que da la varilla del anemómetro, la cual le comunica el movimiento, teniendo dicha pieza una forma especial para que de distancia en distancia en su mo-

vimiento giratorio, toque una lengüeta que cierra el circuito eléctrico.

El grande ecuatorial es de Merz, de 0^m27 de diámetro en el objetivo y 5^m60 de distancia focal; tubo del anteojo de madera; pié de una sola piedra descansando sobre una bóveda; cubierta cilíndrica de madera de 7 metros de diámetro. Se hacen observaciones espectroscópicas, y está destinado especialmente al estudio de las manchas solares.

En un pequeño departamento aislado existe un anteojo de Brunner, de 0^m06 de abertura y 0^m78 distancia focal; la retícula se compone de 14 hilos fijos y uno movible: hay además un cronógrafo de tira de R. Fuess de Berlin, y un péndulo magnético de Hipp, igual al que existe en el Observatorio de San Fernando.

En otra pequeña pieza, tambien aislada, hay una aguja de declinacion y otra de inclinacion. En el momento de hacer nuestra visita, la primera marcaba 17° 20′ O. y la segunda 59° 36′.

Dentro del mismo terreno que circunda al Observatorio, y no muy léjos de éste, se ve el departamento meteorológico con los instrumentos más indispensables que ha inventado la ciencia de la atmósfera.

OBSERVATORIO DE DUBLIN.

Este Observatorio se halla situado en Dunsink al Noroeste de Dublin, y como á 7 kilómetros de distancia de esta ciudad. Por favor del Sr. Grubb fuí presentado en el Observatorio, y el ilustrado Sr. Dreyer tuvo la amabilidad de mostrarme aquel importante Establecimiento.

El Observatorio ha sido construido en el centro de un gran parque; su altura sobre el nivel del mar es poco ménos de 100 metros y el horizonte que domina es magnífico. Su fundacion en 1774 se debe á un legado que el Dr. Francisco Andrews, preboste del Colegio de la Trinidad, hizo á este Establecimiento. El Observatorio fué terminado en 1792, y se compone de una torre central y dos alas, una al Este destinada al servicio meridiano, otra al Oeste con la habitacion del Director. El célebre astrónomo Brunnow, Director que fué del Observatorio de Dublin, hizo construir cerca del edificio principal un departamento aislado para la colocacion de un grande ecuatorial; la obra fué comenzada en Mayo de 1866 y terminada dos años despues; consiste el departamento en una sala circular de piedra labrada, muy bien construida, soportando una cúpula giratoria de 28 piés de diámetro, bajo el mismo sistema de ruedas enlazadas entre sí, é independientes de la cúpula que hemos visto en el Observatorio de Viena. El objetivo del ecuatorial es una magnífica lente de 12 pulgadas de diámetro de Cauchoix; la poseia el Observatorio hacia muchos años, como regalo que habia hecho Sir James South al Consejo del Colegio de la Trinidad. Brunnow, que ha sido uno de los astrónomos que más impulso ha logrado dar al Observatorio, mandó construir el ecuatorial al Sr. Grubb, y pronto logró el hábil Director ver montado un instrumento que en sus manos vino á ser un medio poderoso para preciosos estudios de astronomía matemática que llevó á cabo. El anteojo tiene 18 piés de distancia focal.

En la sala meridiana hay un círculo meridiano de Pistor & Martins, enteramente igual al que hemos visto en Berlin. La abertura del anteojo es de 6 pulgadas con 8 piés de distancia focal; tiene dos círculos de 3 piés de diámetro divididos de 2′ en 2′ y con 4 micrómetros. El error de colimacion se determina por medio de un anteojo al Norte y una mira al Sur. En la misma sala existe un antiguo círculo que servia tambien para observaciones meridianas, pero de forma muy distinta del círculo meridiano moderno. Hay un péndulo sideral de Dent; otro, arreglado al tiempo medio, sirve para trasmitir la hora á la ciudad por medio de una corriente eléctrica. Existe además un cronógrafo de cilindro enteramente nuevo, con péndulo magnético en conexion con el sideral; el cilindro tiene como $0^{m}75$ de longitud.

En la torre central del Observatorio existe un pequeño ecuatorial de 4 pulgadas de abertura y cubierto por una cúpula giratoria.

Tal es el Observatorio Real de Dublin, situado en el centro de uno de los lugares más pintorescos de Irlanda, pero de cuya hermosa vista no pude disfrutar por la lluvia que sin cesar estuvo cayendo el dia de nuestra visita.

TALLERES DE LA FÁBRICA DE TROUGHTON & SIMMS.

El justo renombre que ha adquirido esta fábrica, especialmente entre los ingenieros de las repúblicas hispano-americanas, me obliga á dar en esta Memoria una idea de los distintos departamentos de que se compone, y del órden y sistema que se emplea en la construccion de los preciosos instrumentos científicos que salen de ella. Teodolitos y sextantes es lo que se fabrica ordinariamente; sin dejar, sin embargo, de tener con frecuencia en obra algun grande instrumento de astronomía, y por consiguiente de mayor precision. Cuando visité por primera vez la fábrica se estaba construyendo un círculo meridiano de 6 pulgadas de abertura, y que despues ví concluido. A la vista del precioso instrumento, me decidí desde luego á que el círculo meridiano que debia mandar construir para el Observatorio de Chapultepec, fuese hecho bajo el mismo sistema y con todos los perfeccionamientos del que habia tenido el gusto de ver muy detenidamente. El instrumento me pareció de muy buen tamaño; pero quise que el mio quedara mejorado en ese sentido, y le fijé 8 pulgadas de abertura.

El antiguo taller de la casa de Troughton & Simms se encontraba en Fleet Street; pero más tarde, sin abandonar sin embargo la antigua casa, pues hasta la fecha la conservan, pensaron en darle más ensanche á los trabajos, introduciendo varias mejoras y haciendo varias experiencias que por via de ensaye se emprendieron. Al efecto establecieron una nueva fábrica en el punto llamado Charlton, de los alrededores de Lóndres.

El visitante comienza por ver primeramente el taller de carpintería, en donde se ejecutan los trabajos preparatorios é indispensables para la construccion de los instrumentos, como son los modelos de la mayor parte de las piezas de que deben componerse aquellos; dichos modelos sirven para formar en arena la figu-

ra en hueco que debe tener la pieza que se va á fundir, que es otro de los departamentos de la fábrica. En el mismo taller se construyen las cajas de los instrumentos, en cuyo trabajo el artesano es ayudado por varias máquinas, especialmente por «la ensambladora,» que recorta los bordes de la tabla bajo la forma del ensamble conocido con el nombre de «cola de Milano;» pero con una perfeccion tal en el ajuste, que cuando están unidas las piezas, es muy difícil separarlas, aun sin tener pegamento de ninguna clase.

De la carpintería se pasa al departamento de las máquinas, que tiene 100 piés de largo por 50 de ancho; en este taller se ven tornos, acepilladoras, perforadoras ó tarrajas, asentadoras y otras varias máquinas, movido todo por medio de una máquina de vapor que se encuentra en la pieza inmediata. El eje ó flecha principal de la máquina de vapor pasa por el departamento que me ocupa, y está dispuesto de manera que las máquinas que he indicado ántes, obran sobre la flecha á uno y otro lado, para contrabalancear las fuerzas que obran sobre las chumaceras de bronce que sostienen á aquella. Todas las piezas que salen de la fundicion en bruto, reciben en este taller el pulimento y perfeccionamiento debido. Se ve allí tambien la máquina para construir tubos de bronce; una prensa para consolidar el aserrin y recortes que diariamente se recogen de los distintos talleres, y otra máquina para hacer los tripiés de los instrumentos, la cual es una combinacion de un torno y de una acepilladora para madera.

En el piso superior se encuentra el departamento en donde se ven desde luego 50 ó 60 personas ocupadas en la formacion de los instrumentos, por la union y arreglo de las diversas piezas sueltas construidas en el departamento anterior. Allí se prepara tambien la plata para los círculos de los teodolitos, la de los Verniers, etc. Los instrumentos quedan enteramente arreglados en sus respectivas cajas; en seguida se desarman, limpian y broncean, volviéndolos á armar para llevarlos á otros departamentos de que despues hablarémos. Hay tambien dos máquinas para grabar, que son dos pantógrafos con un trazador y un grabador; el primero es una aguja que el operador lleva siguiendo la figura que se quiere trazar en una relacion dada, y el segundo es un

buril que se mueve por medio de un mecanismo muy ingenioso y que va grabando la figura que sigue el trazador; la rapidez en la operacion es tal, que por medio de esta máquina se puede hacer en una hora, lo que con suma dificultad haria en un dia un grabador á mano, por hábil que fuese. En el mismo departamento se les da á los tubos de los niveles la curvatura interior que deben tener: la magnitud del radio depende, como se sabe, del objeto á que se destina el nivel; en los teodolitos pequeños la relacion que se emplea generalmente es de média milla inglesa por un minuto de arco.

De este departamento se baja al entresuelo, y á mano izquierda se encuentra una puerta que conduce á la fundicion; contiene tres hornos subterráneos y un extinguidor. Los productos de la combustion pasan por debajo de un piso de fierro, ascendiendo despues por un tubo colocado en el centro del horno; este arreglo es muy conveniente, porque de esta manera se consigue una corriente invariable de aire caliente que atraviesa la chimenea, con lo que se obtiene más fácilmente en el horno el calor necesario para fundir las distintas clases de cobre que se necesita, llegando á fundirse aun el fierro en corto tiempo.

A continuacion de la pieza donde se halla la máquina motora de vapor, se entra al taller de lentes. El cristal usado ordinariamente para lentes pequeños es el comun, y el «Flint» y «Crown» para grandes lentes construidos por los Sres. Chance & Co., de Birmingham, ó por el Sr. Feil, de Paris. Este hábil y bien conocido constructor frances, es quien ha proporcionado las lentes para el grande ecuatorial de Chapultepec. Se comienza por recortar la lente, dándole la forma circular; en seguida se rebaja por medio de piezas esféricas de fierro, que podiamos llamar desbastadoras, hasta darles aproximativamente el radio que deben tener; se llega más al perfeccionamiento por medio de desbastadoras de bronce, siendo la última operacion la del pulimento, para la cual se emplean óxidos metálicos finos, cuya base ó cama es, ó bien un paño muy fino, seda, papel ó pez. Los grandes objetivos son pulidos con sesqui-óxido de fierro rojo sobre cama de pez. Terminada esta operacion y despues de haber sujetado la lente á repetidas experiencias, visando objetos y estrellas para cercio-

rarse de su bondad, se procede á lo que podriamos llamar centralizacion de la lente, que se hace por medio de un torno en el que se coloca y ajusta la lente de tal manera, que al girar el torno gira la lente sobre el mismo eje; así es que, visando un objeto á través de la lente, la imágen debe aparecer fija al girar el torno, y cuando esto se ha logrado satisfactoriamente, se tornea la circunferencia de la lente hasta darle el diámetro requerido, con lo que se da por terminado el trabajo.

Sigue despues el taller de reparacion de todos los instrumentos viejos que son enviados á la fábrica para su compostura. Hay además en este departamento un aparato para comprobar los barómetros aneroides, aparatos microscópicos para la graduacion y comprobacion de patrones científicos de medidas, aparatos para dividir ó graduar objetos de cristal, etc.

Pasando por el despacho, se entra por último al departamento en que se hace la division de los círculos, y se arreglan y concluyen del todo los instrumentos, haciendo un exámen minucioso de los tornillos tangenciales y de todas las piezas del instrumento. Las máquinas de dividir son todas automáticas, cuatro circulares, y una que sirve para dividir escalas. El círculo que se trata de dividir se coloca sobre la máquina y por medio de un microscopio se ajusta perfectamente el cuchillo de acero, rubí ó diamante, segun el caso, poniéndose en seguida en movimiento la máquina, la cual por sí sola y sin exigir el menor cuidado, efectúa la division del círculo con una precision admirable, anunciando una campana eléctrica cuando está ya próxima la conclusion del trabajo, para que el obrero se aliste á detener la máquina al hacer la última division. En diez horas de trabajo se pueden dividir 20 círculos.

En los muros del edificio se han fijado colimadores para el ajuste y comprobacion de los instrumentos construidos, y es admirable el cuidado, exactitud, órden y vigilancia que se observa en todo el establecimiento.

De la fábrica de Grubb no me fué posible adquirir todos los datos que habria deseado para dar una idea tambien de ella; el tiempo que permanecí en Dublin fué el absolutamente necesario para arreglar todo lo concerniente á la construccion de los dos

ecuatoriales y cúpulas respectivas, y para la visita del Observatorio; así es que la única vez que estuve en la fábrica sólo sirvió para formarme una idea muy general de ella. El ensanche, sin embargo, que han adquirido y adquirirán todavía más las construcciones; el número de instrumentos de importancia que han salido de aquella fábrica y los que existen actualmente en construccion, siendo la especialidad del Sr. Grubb la fabricacion de ecuatoriales, y podiamos decir tambien de cúpulas, pero permitiendo además su fábrica la construccion de otros varios instrumentos; los conocimientos científicos astronómicos del hábil fabricante, todo hace que aquella fábrica deba considerarse como una de las más importantes y que sin duda deberá coadyuvar mucho al adelanto de la Astronomía.

OBSERVATORIO ASTRONÓMICO NACIONAL MEXICANO.

Hacer una reseña histórica de nuestro Observatorio Astronómico Nacional; describir los instrumentos con que actualmente cuenta; dar una idea aunque fuera muy general de sus trabajos; señalar sus necesidades y exigencias científicas; manifestar las grandes esperanzas que abriga, y los esfuerzos que se necesita hacer para asegurar el porvenir de uno de los establecimientos científicos de grande utilidad práctica para el país; tal seria el objeto que me propondria desarrollar en todas sus partes como corolario natural y lógico de los principios que he podido deducir del estudio que acabo de hacer de varios de los principales Observatorios de Europa. Por somero que fuese, sin embargo, el resúmen de mis deducciones, la importancia y extension de cada punto exigiria de mí mayor tiempo del que puedo disponer, y véome por lo mismo obligado á resumir en este artículo final de mi Memoria, los puntos generales más importantes que den á conocer por una parte el estado actual del Observatorio, y por otra el porvenir seguro que se le espera.

Cuando el Supremo Gobierno decretó, el 18 de Diciembre de 1876, la instalacion del Observatorio de Chapultepec, siendo Presidente de la República el General D. Porfirio Diaz y Secretario de Fomento el General D. Vicente Riva Palacio, la idea fué acogida con entusiasmo y con el aplauso de cuantas personas ilustradas auguraban á aquel importante Establecimiento un brillante porvenir; pero muchos dudaban de su realizacion, y sobre todo de su definitiva instalacion en aquel pintoresco cerro, por más que reuniese las condiciones más ventajosas que pudiera exigir la ciencia de tanta precision como lo es la de los astros.

Se dió principio á la obra, sin embargo, el dia 16 de Mayo de 1877, conforme al proyecto aprobado por el Gobierno, y que fué

formado por el que esto escribe. Un departamento quedó enteramente concluido, inaugurándose en él los trabajos el dia 5 de Mayo de 1878 con la observacion de dos estrellas á igual altura, al Este y al Oeste del meridiano, para la determinacion del tiempo, y como primera operacion preparatoria para la observacion del paso de Mercurio por el disco del Sol, que tuvo lugar el dia siguiente. Los instrumentos que quedaron montados el dia de la inauguracion, fueron un pequeño altazimut colocado provisionalmente y un anteojo zenital, que existe hasta la fecha en el poste occidental del departamento concluido. En el poste oriental fué colocado el 27 de Agosto del mismo año de 78, un magnífico altazimut de la fábrica de Troughton & Simms, y cuya descripcion daré despues.

Mis estudios debieron comenzar por fijar la posicion geográfica del Observatorio, despues de haber determinado el valor de las constantes y de las correcciones de los instrumentos. El 15 de Enero de 1880 presenté al Ministerio de Fomento una Memoria que, habiendo sido impresa, ocupa 226 páginas, comprendiendo los trabajos científicos ejecutados en el Observatorio desde el dia de su instalacion hasta el 31 de Diciembre de 1879. Dichos trabajos se reducen á la determinacion de las coordenadas geográficas del Observatorio, á un estudio sobre el coeficiente de refraccion y á las observaciones que sobre Meteorología se habian logrado hacer con regularidad en el mismo Observatorio.

El primer departamento concluido se compone de una sala de 9^m50 de largo por 5^m50 de ancho; hay en ella dos postes que descansan inmediatamente sobre la roca y hechos de buena mampostería, teniendo la forma de un cono truncado y enteramente aislados del resto de la construccion. Los instrumentos colocados en ellos están cubiertos por cúpulas giratorias de 3^m de diámetro; su movimiento tiene lugar por medio de ocho ruedas de fierro fijas á la cúpula y que ruedan sobre un riel circular. Sobre los conos truncados, cuya altura es de 3^m90, hay colocados postes cilíndricos de nuestra piedra llamada chiluca, teniendo cada uno 0^m92 de altura sobre el pavimento de madera que sostiene un muro circular de ladrillo que da vuelta al rededor del poste.

Al describir los dos instrumentos que ocupan los postes, no

haré más que copiar literalmente lo que sobre ellos he dicho en mi Memoria citada.

«El anteojo zenital es una pieza bastante buena como todas las que salen de la acreditada fábrica de Troughton y Simms. Desde 1865 fué encargado por el Gobierno mexicano, conservándose intacto hasta el año de 1874 en que nuestra Comision al Japon para observar el paso de Vénus por el disco solar, hizo uso de él por primera vez en las manos del hábil ingeniero geógrafo D. Francisco Jimenez, segundo de aquella Comision.

«El instrumento se compone, en lo general, de tres partes principales: la parte inferior á la que se halla fijo un círculo horizontal con tres brazos, á los que corresponden otros tantos tornillos que sirven para nivelar el instrumento; una columna vertical que gira al rededor del eje del círculo horizontal, llevando las alidadas de éste con nonius que dan aproximaciones de $10''$ en $10''$; el telescopio excéntrico á la columna con su correspondiente contrapeso. El círculo vertical fijo del telescopio tiene tambien dos nonius y con la misma aproximacion que el horizontal. El nivel fijo lleva una ámplia cubierta de cristal con el objeto de hacer ménos sensibles las variaciones en la burbuja. El telescopio tiene una distancia focal de 1^m150; el diámero de la lente objetiva es de 0^m076, y en el ocular lleva un micrómetro; la retícula tiene cinco hilos en planos verticales y tres hilos horizontales.

«El altazimut, de la misma fábrica de Troughton y Simms, y que ocupa, segun he dicho ántes, el poste oriental, se compone en lo general de cuatro partes independientes entre sí.

«Primera. Un anillo de fierro de 0^m74 de diámetro que descansa inmediatamente sobre el poste y que recibe una pieza triangular con cortes abiselados en sus vértices, sobre los cuales vienen á apoyarse los tornillos que sirven como de piés del instrumento, y cuyo objeto es nivelarlo. La pieza triangular lleva en las cabezas de los vértices tornillos horizontales que, en virtud de unos ajustes, tocan el anillo y afianzan la pieza sobre él, evitando cualquier resbalamiento, y teniendo además por objeto principal darle á todo el instrumento pequeños movimientos horizontales, con lo que indudablemente se puede conseguir que la

indicacion meridiana coincida exactamente, si se quiere, con el cero de la division del círculo azimutal.

«Segunda. La parte que sigue es la primera propiamente del instrumento, que contiene los tornillos en número de tres para nivelar el instrumento, el círculo horizontal y un eje vertical en el centro que recibe la tercera parte. El círculo azimutal tiene la particularidad de ser doble, es decir, de componerse de dos círculos concéntricos independientes con sus graduaciones respectivas, pero en completa conformidad: el exterior está dividido de medio en medio grado, y el interior lo está de cinco en cinco minutos. El diámetro de limbo interior es de $0^{m}61$.

«Tercera. Esta parte, que es la que debe recibir el anteojo, tiene una perforacion cilíndrica en el centro, á la que entra ajustadamente el eje vertical de la segunda parte, y sobre el cual verifica su movimiento giratorio. Para evitar ó disminuir por lo ménos el frotamiento que tendria lugar en las superficies en contacto al girar el instrumento sobre el eje, hay un mecanismo bastante ingenioso á la vez que sencillo, y que procuraré explicar con la mayor claridad que me sea posible. El extremo del eje, al rededor del cual gira el instrumento, casi enrasa con la superficie exterior de la pieza en que está practicada la perforacion cilíndrica, terminando, además, el mismo eje en una superficie anular y convexa. Una pequeña placa triangular de acero con su abertura circular en el centro, lleva fijos tres pequeños ejes en el sentido de las bisectrices de los ángulos y en los cuales giran libremente tres rueditas de antifriccion, á distancia conveniente del centro, para que puedan apoyarse sobre la superficie anular convexa del extremo del eje, en cuya posicion, por medio de tres tornillos que entran hácia los vértices de la placa y que vienen á atornillarse en la superficie que dijimos ántes enrasaba con el extremo del eje, resulta que atornillándolos suficientemente, llega un momento en que casi todo el peso de la parte movible del instrumento descansa únicamente en los tres puntos de contacto de las rueditas sobre la superficie anular convexa, evitándose, por lo mismo, el rozamiento de las superficies y facilitándose notablemente el movimiento azimutal. Esta tercera parte del instrumento está formada á la vez de dos partes distintas, una inferior

y otra superior. En la primera se hallan: un anteojo para leer las graduaciones del círculo azimutal, tres anteojos con micrómetros cuyas divisiones dan segundos, y dos armaduras con tornillos de presion y de aproximacion.

La parte superior tiene la forma de una lira, y se une á la inferior por medio de cuatro tornillos; lleva el nivel fijo paralelo al círculo vertical y otros dos niveles que le son perpendiculares, colocados hácia abajo, á uno y otro lado; contiene, además, un anteojo para hacer las lecturas en el círculo vertical, dos anteojos micrométricos que tambien dan de segundo en segundo, dos porta-lámparas, uno en cada lado, y dos tubos verticales con fuertes resortes, terminando cada uno en dos rueditas de antifriccion para que sirviendo tambien de apoyo á los brazos del anteojo, se evite ó disminuya notablemente el frotamiento en las chumaceras. La lámpara que se pone del lado del círculo vertical tiene tres conductos para la luz; uno en el centro por donde pasan los rayos luminosos que iluminan el campo del anteojo, y los otros dos que sirven para iluminar los micrómetros. La otra lámpara envia su luz por una ingeniosa pero sencilla combinacion de prismas, á iluminar simultáneamente los tres micrómetros del círculo horizontal.

«Cuarta. La última parte se compone del anteojo y el círculo vertical. Éste tiene un diámetro de 0^m59, y está dividido, como el horizontal, de cinco en cinco minutos. En el ocular hay dos micrómetros, uno que mueve un hilo horizontal y otro que trasmite su movimiento al diafragma de la retícula fija, si bien los nueve hilos conservan invariablemente sus distancias respectivas.

«Estos micrómetros tienen, además, otra mejora importante, que consiste en que las revoluciones del tornillo micrométrico se acusan en otro anillo graduado contiguo al anillo micrométrico; de manera que, miéntras éste da una vuelta completa, aquel sólo avanza una division. El anteojo tiene una distancia focal de 0^m85, y el diámetro de su lente objetivo es de 0^m083.»

Un nivel montante para las correcciones del eje de giracion del anteojo, y un anteojo colimador colocado en la línea que marca la direccion del nadir, completan las piezas del altazimut de nuestro Observatorio.

Un péndulo, arreglado al tiempo sideral, que bate segundos, debido á nuestro compatriota y hábil fabricante Sr. Vazquez, se halla situado sobre una pilastra de chiluca empotrada en uno de los muros. Contamos, además, con dos cronómetros marinos, siendo uno de Parkinson & Frodsham, núm. 2,379, y el otro de Hiatt, núm. 441.

Existe además en el mismo departamento, un teléfono y un aparato telegráfico que comunica al Observatorio con el central de Palacio; pudiendo fácilmente establecerse, cuando se necesita, la comunicacion telegráfica con cualquiera línea de las que existen en el país y que parten de la oficina de Palacio.

Desde la inauguracion del Observatorio quedó establecido á la vez un cronógrafo, cuya descripcion la tomo tambien de mi Memoria citada. «Se compone de una pequeña caja de bronce, teniendo su frente la forma de un trapecio y en el cual está encerrado un mecanismo de relojería, destinado á dar movimiento uniforme, segun el sistema Morse, á una tira de papel en que se señalan las distancias que representan la medida gráfica del tiempo. Frente á la caja se hallan colocados paralela y verticalmente dos electro-imanes de dos bobinas, quedando uno de cada lado. Barras cilíndricas de fierro dulce reciben las bobinas, pudiendo quitarse éstas fácilmente para sustituirse con otras de más ó ménos resistencia, segun la longitud del conductor á que se aplique el cronógrafo.

«La armadura que se pone horizontalmente sobre los electro-imanes, y es atraida por éstos, se coloca á la altura conveniente por medio de un tornillo de presion que la fija á un eje que entra á frotamiento en un pequeño tubo de la armadura. Este eje, que se mueve con la armadura, se prolonga al interior de la caja de que se ha hablado ántes, comunicándose por medio de un brazo de palanca con un pequeño estilete que sube ó baja en una posicion vertical, cada vez que la armadura es atraida ó toma su posicion libre de la corriente. El estilete, que es el que marca los puntos en la tira de papel, tiene un mecanismo muy ingenioso, pues estando articulado se conserva en su posicion vertical por medio de un suave resorte; de manera que cuando marca el punto en el papel, si la atraccion de la armadura se prolonga, el resorte

cede, y el estilete, despues de haber marcado su punto, se inclina al movimiento de la tira sin dejar señal ninguna en ella.

«La cantidad que conviene se eleve el estilete, para que el punto no sea ni demasiado suave ni sumamente fuerte, se arregla por medio de un brazo de palanca fijo al eje giratorio de la armadura, exteriormente á la caja, y que oscila entre dos tornillos, por medio de los cuales se arregla el movimiento del eje en el sentido indicado. El mismo brazo de palanca lleva, además, un resorte antagonista, por medio del cual se aumenta ó disminuye la resistencia de la armadura, segun sea la intensidad de la corriente eléctrica. Cada una de las armaduras mueve independientemente su estilete propio, pero sobre la misma tira de papel, correspondiendo uno al circuito que cierra é interrumpe el péndulo, segun se explicará despues, y el otro al circuito que cierra el observador por medio de su manipulador en un instante dado.

«Los polos del electro-iman del lado derecho, corresponden: uno directamente á un tornillo colocado en la parte posterior del aparato, y el otro á una plancha metálica, con la que puede ponerse en contacto la extremidad de una palanca movible horizontalmente, por medio de la cual se podrá establecer ó interrumpir la corriente. El otro extremo de la palanca queda en el interior de la caja, teniendo una uña que puede detener ó dejar libre el volante del mecanismo de relojería, segun la posicion que se le quiere dar; de manera que cuando la palanca cierra el circuito eléctrico, el volante queda libre y la tira de papel comienza á correr; mas cuando lo abre la uña, detiene el volante y se suspende el movimiento de la tira.

«Ahora bien; con los tornillos que corresponden á los dos polos del electro-iman se conectan un alambre conductor que va á uno de los extremos de la varilla del péndulo, y otro que se dirige á uno de los polos de la batería, conectándose con el otro polo otro alambre conductor que, por medio de un mecanismo especial, se pone en contacto instantáneamente en cada oscilacion con el otro extremo de la varilla del péndulo. Entre los distintos medios que se han imaginado para establecer é interrumpir la corriente eléctrica á cada oscilacion del péndulo, yo elegí el de la gota de mercurio modificado, y no sé si mejorado, de la manera siguiente.

«En lugar de poner la gota de mercurio en el centro de la oscilacion del péndulo, creí más conveniente poner dos gotas, una en cada extremo de la oscilacion, por medio de un pequeño aparato que tuviese dos brazos con sus respectivas capsulitas para el mercurio, y que pudiesen, por medio de un tornillo, acercarse ó separarse, segun la amplitud de la oscilacion, teniendo, además, todo el aparato un movimiento ascensional por medio de otro tornillo, y uno horizontal y perpendicular al plano de oscilacion del péndulo. El Sr. D. Eufemio Amador, que en muchos trabajos ha dado pruebas de su inteligencia y grande habilidad, comprendió y supo realizar satisfactoriamente mi idea. Mi objeto al poner dos gotas de mercurio, fué que los golpes de la armadura del cronógrafo, y por consiguiente los puntos de la tira, correspondiesen á los golpes del péndulo, y por tanto, á indicaciones exactas de segundo. El resultado ha correspondido á mis deseos.

«El otro electro-iman forma un circuito sirviendo la misma batería, cuyos alambres terminan en un manipulador que se tiene á voluntad del observador. Cerrando el circuito en el instante de una observacion, se produce un punto sobre la tira de papel, un poco más abajo de la línea de segundos, sin que esto ofrezca el menor inconveniente para medir la fraccion de segundo. Para esto se emplea una escala compuesta de once hilos paralelos, equidistantes y elásticos, fijos en una pequeña pieza metálica cuadrangular de varillas articuladas, con el fin de aumentar ó disminuir la distancia entre los hilos hasta que corresponda á la distancia que represente un segundo. De esta manera se pueden apreciar á la vista, hasta centésimos de segundo de tiempo.»

Terminado el primer departamento, se dió principio al arreglo de la sala meridiana. Mide ésta una longitud de 15^m60 por 6^m25 de ancho; hay dos postes, uno destinado á un anteojo de pasos de Ertel, y el otro á un círculo meridiano; los postes tienen una altura de 2^m00 sobre el piso de observacion, teniendo éste 3^m04 sobre el pavimento de la sala, altura que ha sido preciso darle para dominar las azoteas de los intercolumnios que al Norte y al Sur de la sala, en forma de ámplios corredores, forman la parte superior de las fachadas laterales del edificio. Contigua á la sala meridiana, hácia el Este, existe una torre circular de 16 metros

de altura sobre el último piso de la roca, que es el general del piso superior; su diámetro interior es de 7^m20; en el centro de ella se levanta un poste cilíndrico de mampostería, dividido en tres partes, de distintos diámetros, teniendo la inferior un diámetro de 2^m60, y habiéndosele dado despues una forma cónica con el fin de reforzar su pié, teniendo la base del cono 4^m50 de diámetro. Conforme á las medidas del torreon y á la colocacion del poste, se mandó hacer el ecuatorial de 15 pulgadas, que próximamente debe concluir el Sr. Grubb. En el extremo occidental de la sala meridiana existe una pieza que sirve como de comunicacion á los corredores de que se ha hablado ántes; en dicha pieza se ha comenzado á construir un poste y á hacer las obras necesarias para recibir el ecuatorial de 6 pulgadas que el mismo Sr. Grubb ha concluido ya, y que servirá especialmente para la observacion del próximo paso de Vénus. El anteojo de pasos de Ertel tiene 0^m15 de abertura y 2^m58 de distancia focal; el eje de giracion del telescopio es de 1^m28; está provisto de su respectivo nivel montante y de su cambiador. Este instrumento es del todo semejante al anteojo de tránsitos del mismo autor, que existe en el Observatorio de Washington.

Existe sin montar un pequeño anteojo de pasos de 0^m053 de abertura y 0^m71 de distancia focal, con un círculo buscador que aproxima minutos.

El departamento meteorológico cuenta con los instrumentos siguientes: tres barómetros, dos aneroides, cuatro termómetros comunes, dos de máxima y tres de mínima, un psicrómetro, un anemómetro, un anemostcopio, un atmómetro y un pluviómetro, sin contar con los que hemos comenzado á recibir de la casa de Negretti & Zambra, y que constan en una lista que hemos puesto al principio de este informe.

Quedaron, además, arreglados otros departamentos indispensables en todo Observatorio, como son: direccion, gabinetes de estudio, salas de calculadores, habitacion del director y un departamento de huéspedes científicos. Arreglado así el edificio y estando ya en construccion los instrumentos de que he hablado al principio de esta Memoria, el Supremo Gobierno ha resuelto mudar el Observatorio á otro lugar, disponiendo que continúe en

Chapultepec solamente este año, ó más bien, debe creerse, todo el tiempo que tarde la construccion del nuevo Observatorio, por lo ménos de las partes más indispensables para montar los instrumentos. Sin entrar en el exámen de las razones que el Supremo Poder Ejecutivo haya podido tener al tomar tal resolucion, ni siendo otro mi objeto que relatar fielmente los hechos, para que se conozca el estado que actualmente guarda el Observatorio que tal vez tiene que pasar todavía por fuertes vicisitudes para su completo y definitivo establecimiento; creyendo, por otra parte, haber cumplido, en la esfera de mis facultades, con los deberes que tengo como Director del Observatorio, en un asunto que afecta tan íntimamente á los intereses de aquel establecimiento, sólo me toca ahora manifestar la urgencia de dar principio á la obra lo más pronto posible, y manifestar las condiciones que debe llenar el nuevo Observatorio, á la vez que explicar el pensamiento que me ha guiado en el estudio del proyecto que acompaño á esta Memoria, y cuya aprobacion está pendiente todavía del Supremo Gobierno, por haberse presentado, segun creo, alguna dificultad respecto al lugar que se ha elegido para la instalacion del nuevo edificio.

Tres son las condiciones generales é indispensables que debe satisfacer el lugar que se destine para el establecimiento de un Observatorio Astronómico. Primera, firmeza bastante en el terreno para asegurar suficientemente la estabilidad de los instrumentos. Segunda, posicion dominante para abarcar el mayor espacio de cielo posible. Tercera, el mayor aislamiento que se pueda y alejamiento de aquellas causas que pudieran producir, por una parte movimientos ó trepidaciones accidentales en el terreno, y por otra emanaciones vaporosas ó gaseosas que, alterando notablemente el estado normal de la atmósfera, puedan perjudicar á las observaciones é influir tal vez con algun error accidental en los resultados.

Esta última condicion, que establece desde luego la conveniencia de alejar los Observatorios Astronómicos de los centros muy poblados, debe conciliarse con otra que tambien podia agregarse á las anteriores como indispensable, y es que los Observatorios no deben quedar muy distantes de alguna poblacion, sino que

más bien deben estar en perfecta comunicacion con alguna, por exigirlo así la mayor parte de los empleados que no podrian vivir en el mismo establecimiento. Como se ve, tratándose del Valle de México, ningun punto llena tan satisfactoriamente las condiciones anteriores como el cerro de Chapultepec; sin que esto signifique que no haya otros lugares que, aunque no con las mismas ventajas, pudieran servir para el objeto. El Gobierno ha resuelto que el lugar que actualmente ocupa el Colegio Militar en Tacubaya, que es el antiguo Arzobispado, sea el que se destine para el establecimiento de los Observatorios, una vez que se mude á Chapultepec aquel Colegio. Sin hacer comparaciones, diré que el lugar es sin duda de los que mejor satisfacen las condiciones que busca el astrónomo. Posicion dominante, terreno bastante firme, alejado de todo movimiento extraño que pudiera perjudicar á las observaciones, á la vez que formando parte de los alrededores de Tacubaya y en comunicacion férrea con la capital. El terreno cuenta con la suficiente extension para lo que de pronto exige el Observatorio conforme al plan que en seguida explicaré, habiendo además otros terrenos contiguos de fácil adquisicion para las exigencias ulteriores.

Del lado oriental del edificio existe una huerta de forma casi cuadrada, pues tiene 138 metros de un lado por 132 metros del otro. El edificio ocupa una extension de 46 metros de ancho, que corresponde al frente de la fachada, por 126 metros de fondo; la fachada ve hácia el Sur. Pues bien; el pensamiento es llegar á reunir en aquel lugar el Observatorio de Astronomía Matemática, el de Astronomía Física, el Magnético y Telúrico, el Meteorológico Nacional; un departamento para la práctica de los que comienzan á hacer observaciones astronómicas y no se encuentran muy diestros todavía en el manejo de los instrumentos; la Seccion de Cartografía que se halla actualmente establecida en el Ministerio de Fomento; una oficina central para las Comisiones geográficas que expedicionan en el país, y los demas departamentos anexos como son: tres habitaciones por lo ménos para los astrónomos que de absoluta necesidad tienen que vivir en el Observatorio. El pensamiento es vasto, si se quiere, pero yo me permito hacer una respetuosa é importante reflexion al Gobierno. Ca-

si nada de lo que encierra aquel plan va á ser enteramente de nueva creacion; de manera que el gasto consistirá esencialmente en las construcciones que sea necesario hacer, pudiendo, además, aprovechar toda la construccion actual, para reunir en aquel lugar los elementos con que ya contamos, y llegar á tener un establecimiento de primer órden que daria mucha honra al país y al Gobierno que lo llevara á cabo. El Gobierno ha podido hacer en ménos de un año el gasto de cuantiosas sumas, en las obras que se están ejecutando en Chapultepec para el nuevo Colegio Militar; y el Establecimiento que propongo costaria ménos que aquel edificio y podria hacer la distribucion de su costo en dos años. Téngase además presente, que lo más costoso es el Observatorio Astronómico propiamente dicho, y que en cualquiera parte que se haga debe ser enteramente nuevo, por exigirlo así la naturaleza misma de los instrumentos que debe contener. Ya he manifestado al principio de esta Memoria lo que le cuestan á la nacion los instrumentos que hemos comenzado á recibir en Chapultepec, y seria un contrasentido sin duda no emprender la construccion que requiere la definitiva colocacion de aquellos. Si pues el Gobierno, que ha sabido dar á la Astronomía en nuestro país el impulso que necesitaba, proveyéndola de los instrumentos que le son necesarios, manifestando en todo sus ilustradas y elevadas miras, se encuentra en el imprescindible deber de mandar construir un Observatorio, habiendo dado ya los primeros pasos al ordenarme que hiciese el proyecto respectivo; cumple á mi deber llamar respetuosamente su atencion sobre la realizacion del pensamiento que le he propuesto en comunicacion oficial separada, y hacer además en este Informe, que tengo el honor de presentarle, las oportunas indicaciones que se refieran directamente á los intereses del Observatorio.

Una de ellas, y sin duda de las principales, es la que voy á someter á la consideracion del Ministerio, respecto á la idea que se tiene de reservar una parte del local que se destina á los Observatorios, para el establecimiento de un cuartel de Inválidos. Yo estoy seguro que al surgir semejante idea, ha sido porque no se ha pensado lo bastante sobre la extension que imperiosamente exige cada Observatorio y sus indispensables dependencias, ade-

más de las que necesitan los otros departamentos que he explicado ántes. Por imperfecta que sea la idea que se tenga de lo que debe ser un Establecimiento tal como lo he propuesto al Gobierno, no es difícil llegar á comprender, en vista de la extension del local y del proyecto adjunto, que es del todo imposible que en aquel espacio de terreno pudiera caber á la vez un cuartel de Inválidos. Si se piensa, además, sobre la naturaleza de los trabajos y estudios que deben ser el constante objeto del Establecimiento que me ocupa, á primera vista se comprende la incompatibilidad y falta de naturalidad por lo ménos en querer unir dos establecimientos tan heterogéneos. Y no puede decirse que mi proyecto traspase los límites de lo que racionalmente podemos tener, pues pronto verémos que los departamentos que contiene son los indispensables, aun en vista solamente de los instrumentos que de hecho posee ya el Gobierno.

Mi proyecto ha sido hecho para ser construido en el centro de la huerta del actual Colegio Militar, pero como no está subordinado á ninguna construccion, y siendo mi idea que las habitaciones queden con entera independencia del Observatorio propiamente dicho, es claro que puede convenir á cualquier terreno que se eligiese, siempre que éste llene todas las condiciones que requiere el caso. El edificio del proyecto mide una longitud de 65 metros de Oriente á Poniente, siendo su mayor ancho de Norte á Sur de 50 metros, incluyendo la escalinata. La fachada principal debe ver hácia el Sur; el edificio se compone de cuatro partes principales; una central de dos pisos, en la que se eleva una cúpula para el grande ecuatorial; dos alas laterales, en cuyos extremos se levantan dos torres con cúpulas giratorias, y una parte posterior hácia el Norte, que termina tambien con una torre igual á las anteriores. La línea horizontal del último escalon superior de la escalinata corresponde al nivel general del primer piso, debiendo haber uno subterráneo, al que corresponden las ventilas que se ven abajo de las ventanas de las alas oriental y occidental. Este subsuelo debe tener una altura total de $3^{m}50$ que resultan del metro y medio que sobresale al nivel natural del terreno, y dos metros que se deben profundizar para la cimentacion de los postes, con el fin de asegurar su mayor aislamiento posi-

ble; pues á aquella profundidad no podrán trasmitirse, segun creo, los movimientos accidentales y superficiales ocasionados por los coches ó causas semejantes.

Los departamentos de que se compone el Observatorio son los siguientes: Torre principal del grande ecuatorial, de 9 metros de diámetro, pero reducida en la parte superior á 7^m10 que es el diámetro que tiene el torreon de Chapultepec, conforme al cual se mandó hacer la cúpula del grande ecuatorial, resultando de esta combinacion que, cuando se quiera, se puede, sin mucho costo, ampliar la cúpula, hasta tener 9 metros de diámetro. Torre occidental para el ecuatorial de 6 pulgadas de abertura, que junto con el de 15 pulgadas, se han mandado hacer en la fábrica Grubb, segun se ha dicho en otro lugar. Torre oriental para el altazimut que se ha descrito ántes. Sala meridiana del Este, para el círculo meridiano de 8 pulgadas de abertura, que está al concluirse en la fábrica de Troughton & Simms. Sala meridiana del Oeste para el telescopio de tránsitos de Ertel, que tambien poseemos, de 0^m15 de abertura.

Junto á la sala meridiana del Este, otra igual para el telescopio zenital que tambien posee el Observatorio; la sala simétrica del otro lado se destina á la comparacion y rectificacion de medidas geodésicas y otros instrumentos análogos de precision. Torre del Norte para un buscador de cometas, y sala contigua para el primer vertical, siendo estos dos últimos instrumentos los únicos que faltan. Biblioteca dividida en tres secciones, sala de calculadores y departamento de la Direccion. Las salas octagonales que quedan al rededor de la torre central, pueden destinarse para una especie de museo astronómico.

Tal es el proyecto que he tenido el honor de presentar al Gobierno. En su formacion no me ha guiado otra idea que la de conciliar hasta donde fuera dable las necesidades que se palpan en los Observatorios astronómicos en vista de los prodigiosos adelantos de la época, con una justa economía y una modesta construccion, sin olvidar sin embargo del todo, cierto sello de grandiosidad que debe siempre caracterizar á edificios de ese género para hacerlos dignos del objeto á que se destinan y de la Nacion que los sostiene. No tengo la pretension de creer que haya

sabido satisfacer fielmente las condiciones que encierra aquella idea; pero como gusto mucho de oir los consejos de personas entendidas, no dudo que si la obra se lleva á cabo, con el concurso de aquellas, el país podrá tener dentro de poco tiempo un Observatorio Astronómico digno de su cultura.

Siendo mi idea insertar en esta Memoria los datos y documentos principales que se refieran al Observatorio, y con el fin de completar tambien la manifestacion de mis ideas respecto á algun otro punto importante, como es, por ejemplo, el que se refiere á reunir en un solo lugar los Observatorios, idea que podia tal vez encontrar alguna objecion, pongo á continuacion la nota con que acompañé el proyecto, cuya aprobacion está pendiente todavía del Supremo Gobierno. Dice así:

«Tengo el honor de presentar á vd. el Proyecto del Observatorio Astronómico Nacional que, conforme á las instrucciones que verbalmente se sirvió vd. darme, he formado en vista del local que el Supremo Gobierno ha tenido á bien destinar para tal objeto, pareciéndome conveniente á la vez manifestar á vd. el plan general que deberá seguirse en la creacion de un Establecimiento por mil títulos importante, y las razones que nos deben guiar en el estudio y desarrollo de aquel, para que si vd. lo juzga conveniente, se sirva elevarlo á conocimiento del C. Presidente de la República, recabando su superior aprobacion.»

«El ensanche que cada dia van tomando los estudios astronómicos y la tendencia muy marcada que se nota en los Observatorios de Europa, de dividir en distintos centros de observacion aquellos ramos que hasta aquí habian permanecido unidos, nos debe hacer pensar en la manera más conveniente de formar un proyecto que responda, no solamente á las exigencias actuales de la ciencia, sino á lo que vendrá á ser ántes de mucho tiempo entre nosotros el adelanto siempre creciente de los conocimientos que apénas comenzamos á ensayar. No hace cincuenta años todavía que eran enteramente desconocidos ciertos ramos del saber, y que ahora están formando ramos especiales de observacion: la espectroscopía astronómica, la fotografía celeste, la misma meteorología estaba muy léjos de llegar al desarrollo que ha alcanzado, y ha sido éste de tal naturaleza en los distintos

ramos que acabo de señalar, que á él se debe la formacion de varios Observatorios, concluidos unos, en construccion ó en proyecto otros, que sin faltarles el carácter de grandiosidad, no pueden estar seguros todavía de haber satisfecho por completo las necesidades de otro medio siglo tal vez. El Observatorio de Meudon, actualmente en construccion, destinado exclusivamente á la astronomía física, y que vendrá á ser uno de los principales de Europa; el de Potsdam ya concluido, de grandioso y bello aspecto; el proyectado para Bruselas que pronto se pondrá en ejecucion, y otros por este órden, manifiestan claramente la nueva faz que está tomando la astronomía y la época de transicion por que está pasando para llegar ántes de mucho á un estado de adelanto difícil de prever.»

«Mas conviene hacer una observacion importante. Al hacer la division de los Observatorios en astronómico matemático, astronómico físico y meteorológico, se han construido, es verdad, edificios enteramente independientes y aun alejados unos de otros, pero sin que esto pruebe la necesidad de una separacion tan completa. Esta manera de obrar, debe explicarse más bien por la falta de amplitud en los antiguos Observatorios, para poder abarcar los nuevos establecimientos, que por otra parte deben tener su independencia propia como consagrados á objetos distintos, basados en distintos principios, necesitando distintos elementos, distintas aptitudes y por lo mismo distinto personal. Pero de aquí no debe inferirse que fuera inconveniente establecer los Observatorios en un mismo lugar, siempre que se contara con la extension suficiente para darle á cada Observatorio el ensanche que necesita y asegurarle la independencia de que debe disfrutar. Léjos de eso, obrar así, tendria en mi concepto algunas ventajas, sobre todo tratándose del local que el Supremo Gobierno ha destinado para el establecimiento de los Observatorios. En primer lugar, se debe tener presente que, no obstante las diferencias esenciales que existen entre los tres Observatorios, hay sin embargo cierta relacion y dependencia en los estudios que les son propios; de tal manera, que podemos decir que cada uno necesita del auxilio de los otros dos. En segundo lugar, razon de economía, porque todo lo construido puede apro-

vecharse para varias dependencias del Observatorio y para otros departamentos que se enlazan directamente con el astronómico, formando así un Establecimiento completo bajo un plan que daria á conocer desde luego las elevadas miras del Gobierno y su alto grado de ilustracion.»

«Tener, por lo mismo, un amplio establecimiento que contenga: el Observatorio Astronómico Matemático; el de Astronomía física, con un departamento de fotografía celeste; el Observatorio Magnético; el Meteorológico; un departamento astronómico destinado exclusivamente á la práctica de los alumnos; la Seccion de Cartografía, conforme al pensamiento de vd.; un departamento geodésico para la verificacion de las medidas; otro de geografía que sirviera como de centro á las distintas comisiones geográficas, y en donde se coordinaran todos los datos de ésta, para que pudieran servir á la Seccion de Cartografía; tal es el pensamiento que propongo al Ministerio del digno cargo de vd. Las distintas ideas que se encierran en él no son de muy difícil realizacion. Una vez que el Gobierno ha tenido el loable pensamiento de dotar al Observatorio Astronómico con los instrumentos que necesita, y al no creer conveniente que el Observatorio continúe en Chapultepec, resolviendo que se construya un edificio enteramente nuevo para recibir aquellos, oportuno me parece que el Supremo Gobierno se fije á la vez en el plan que tengo el honor de proponerle, y le dé su aprobacion si así lo juzga conveniente.

«Mas para esto, debo respetuosamente llamar la atencion de vd. sobre una circunstancia esencialísima, que no dudo el Supremo Gobierno se servirá tomar en consideracion. En el acuerdo del Ejecutivo para que se destine el actual Colegio Militar al establecimiento de los Observatorios, se reserva una parte del mencionado edificio para que siga perteneciendo al Ministerio de la Guerra, y que segun sé, debe destinarse á un Cuartel de Inválidos. Cumple á mi deber hacer á vd. dos respetuosas manifestaciones:

«Primera. Que al dar el acuerdo en aquel sentido, seguramente se creyó que todo el local del Colegio Militar era más que suficiente para el establecimiento de los Observatorios; mas ahora

puedo asegurar á vd. que para la realizacion del pensamiento tal como lo propongo y para darle á cada departamento el ensanche que merece, no solamente no es demasiado grande el local de que se trata, sino que más bien podrá ser conveniente ampliar el terreno para asegurar más la estabilidad y quietud de que tanto necesita el observador de los astros. En segundo lugar, un cuartel de Inválidos, además de necesitar en mi humilde concepto, un lugar especial y con mayor amplitud que la que se le podia conceder al lado de los Observatorios, no creo que quedara bien situado en medio de éstos, en donde se necesita, entre otras cosas, el mayor reposo, calma y tranquilidad, de que depende en gran parte el buen éxito de los estudios á que tienen que consagrarse asiduamente los escudriñadores del cielo. Suplico á vd. se sirva fijar su atencion sobre este punto que juzgo de suma importancia, omitiendo otras razones que tambien deberian tenerse en consideracion.

«Por ahora sólo tengo el gusto de presentar á vd. el Proyecto del Observatorio Astronómico Matemático. El lugar en que debe construirse es el centro de la huerta. Me ocupo actualmente de los demas estudios que requiere la completa inteligencia de mi proyecto, como son la planta general del terreno y los cortes trasversal y longitudinal del Observatorio, que debe ser enteramente nuevo desde los cimientos. El dibujo que ahora presento á vd. basta, en mi concepto, para que con las explicaciones que contiene esta comunicacion, pueda el Ministerio del digno cargo de vd. dar la resolucion que estime conveniente. No he querido aguardar la conclusion de todo el proyecto, porque el Observatorio Astronómico es el que más urge comenzar, no debiendo diferir por más tiempo el principio de la obra.

«Protesto á vd. las seguridades de mi respeto y consideracion.

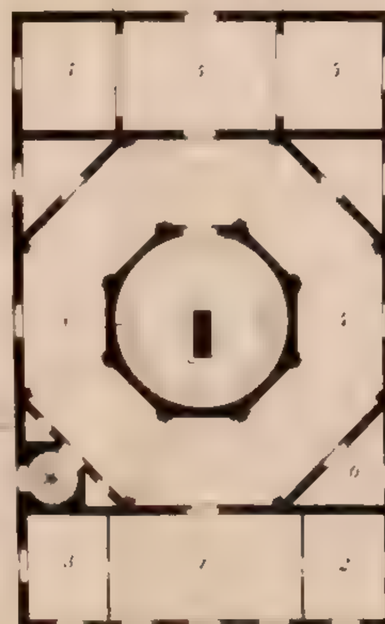
«Libertad y Constitucion. Chapultepec, Abril 15 de 1882.—*Angel Anguiano.*— Al C. Secretario de Fomento.—México.»

He concluido el Informe que, como resultado de la honrosa comision que el Supremo Gobierno tuvo á bien confiarme, me es altamente satisfactorio presentarle ahora para su superior conocimiento. Faltas deberá notar, sin duda, en el desempeño de una

OBSERVATORIO ASTRONÓMICO NACIONAL.

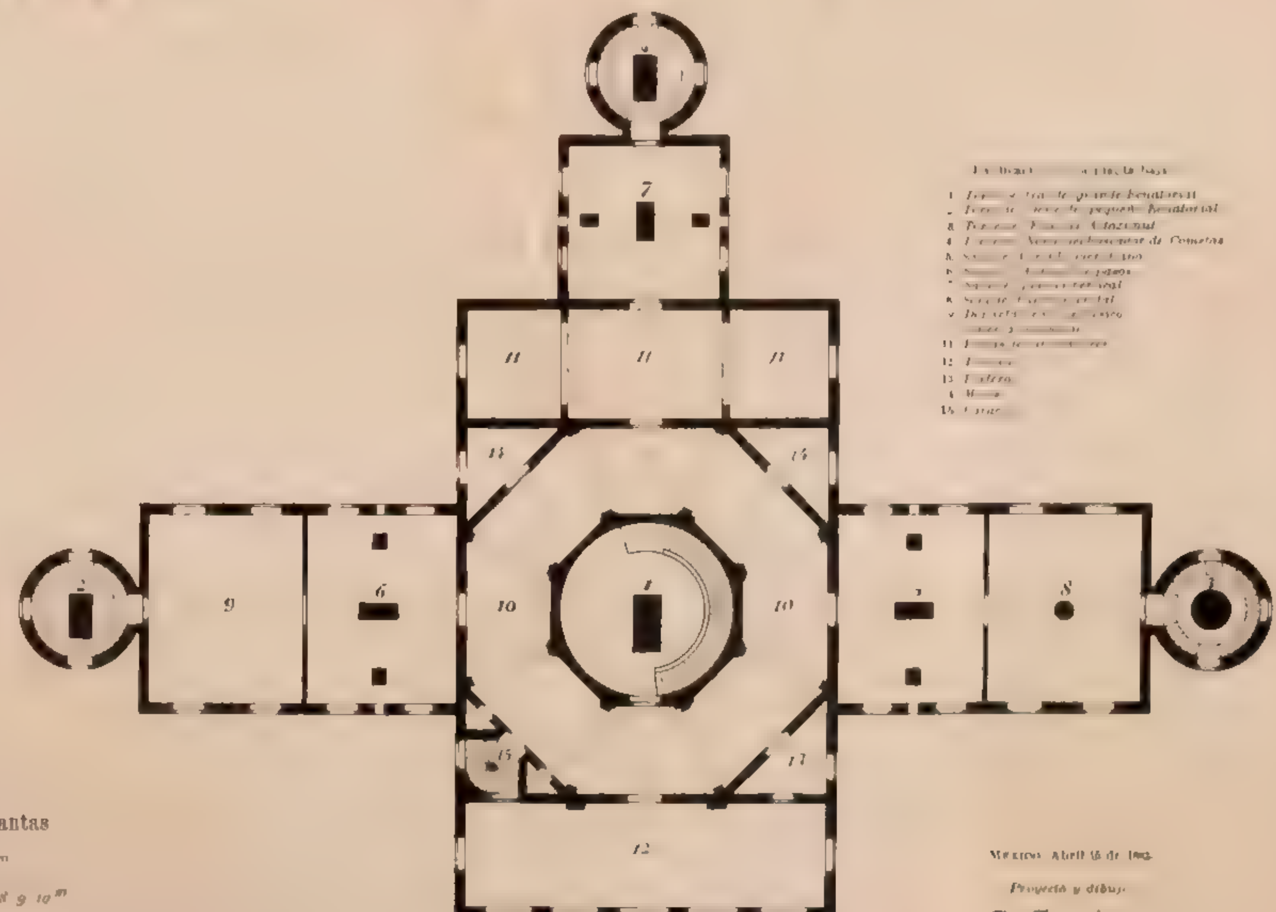


Escala de la fachada
0. 006 por metro



PLANTA ALTA.

Escalas de las plantas
0. 003 por metro



PLANTA BAJA.

Proyecto y dibujo

A. Anguiano.



comision que desde luego consideré superior á mis fuerzas; pero faltas que tengo la conciencia de no haber nacido de apatía ó descuido voluntario. No debo escribir la última palabra de este Informe, sin manifestar ántes mi profundo agradecimiento al primer Magistrado de la Nacion, Sr. general Gonzalez, al general D. Porfirio Diaz, al Ministro de Fomento general D. Cárlos Pacheco, y al Oficial Mayor, ingeniero D. Manuel Fernandez, por el participio y empeño que cada uno tomó, ya en la realizacion de mi viaje, ya en el buen éxito que ha tenido. Las altas personas que he mencionado han inscrito además sus nombres en el reducido catálogo de las personas á quienes debe el Observatorio Nacional de México señalados servicios; la ciencia bendecirá esos nombres. Mucho falta por hacer y mucho necesita el Observatorio de la proteccion del Gobierno; pero encaminadas las cosas como están, y poseyendo ya los instrumentos de que doy conocimiento en esta Memoria, se ha dado sin duda un paso tan avanzado, que retroceder seria un absurdo, ó detener la marcha iniciada, un desatino. El Observatorio, por lo mismo, debe considerarse como un hecho. Nuevas necesidades vendrán despues, nuevas exigencias difíciles, pero no imposibles de satisfacer, como son las que se refieran especialmente al personal y á la conveniente organizacion de los trabajos, por tratarse de una ciencia casi nueva entre nosotros, sobre todo en el ramo de Astronomía física. En sus dilatados y puros horizontes, aun no ha brillado para nuestra juventud la luz que iluminara las oscuras sombras de un porvenir: mucho nos falta que hacer en este sentido; pero nunca en materia alguna se ha comenzado por la perfeccion, y nuestro deber es trabajar y no desmayar jamas.

México, 15 de Mayo de 1882.

ANGEL ANGUIANO.

RECHERCHES

RELATIVES

A L'INFLUENCE DE LA CHALEUR SOLAIRE

SUR LA

FIGURE GÉNÉRALE DE LA TERRE

PAR

François Diaz Covarrubias.

INTRODUCTION.

Ce n'est point sans un profond sentiment de crainte que nous osons publier le résultat de nos recherches sur l'influence que l'action de la chaleur solaire doit exercer sur la figure générale du globe terrestre. Quoique cette action, comme celle de toute autre source d'échauffement, produise nécessairement, sur la matière, le phénomène de la dilatation, il n'est pas moins vrai, lorsqu'il s'agit de la terre, soit dans son ensemble, soit dans ses parties, que personne n'a eu aucun égard à la dilatation terrestre, et que même dans les opérations géométriques les plus étendues et les plus délicates, comme sont celles de la géodésie, on a toujours admis tacitement ou expréssement que les variations de température n'influent d'une manière sensible sur la valeur des magnitudes mesurées à la surface de la terre.

La dilatabilité a été, cependant, reconnue comme une des propriétés générales de la matière, et ses effets ont été mesurés dans la plupart des substances simples et composées qui constituent les couches terrestres accessibles à l'homme. On ne peut donc comprendre comment on a dû nier à l'ensemble une propriété

admise dans les parties; et, en voyant une telle exclusion que rien ne semble autoriser, on dirait que, d'après les idées métaphysiques des anciens alchimistes, l'état d'isolement ou de pureté chimique d'une substance a été cru nécessaire pour lui transmettre *la vertu dilatatrice.*

Il est vrai que les coefficients de dilatation des corps solides sont toujours très petits, et que, dans la généralité des cas, on a, pour cette raison, le droit de négliger ses effets quand il ne s'agit que de grandeurs peu considérables; mais dans les cas où il faut considérer la terre entière ou bien des grandes fractions de sa surface, nous croyons qu'il n'est plus permis d'écarter, comme insensibles, les effets de la chaleur, du moins, sans avoir fait un examen attentif de tous les phénomènes qu'elle doit produire et sans avoir tâché de les mesurer.

C'est précisément en comparant entre eux les résultats des meilleurs travaux géodésiques qui ont été faits pour déterminer la figure et les dimensions de la terre, que pour la première fois nous avons cru entrevoir l'influence de la température propre à chacun des lieux dans lesquels ces grandes opérations ont été exécutées, et comment, en ayant égard à ces mêmes températures, on pourrait peut-être obtenir un accord plus parfait entre les résultats obtenus par la géodésie et ceux qui ont été fournis par les nombreuses mesures de la longueur du pendule à secondes, lesquelles, comme on le sait, donnent à la terre un aplatissement notablement plus fort que celui qui a été déduit des opérations géodésiques. On verra plus loin le résultat de ces recherches, et, quoiqu'il ne puisse être définitif,—puisque, pour l'obtenir, nous avons été obligé, faute de données exactes, d'employer des nombres purement approchés,—il suffit, à notre avis, pour démontrer que l'influence de la chaleur solaire est bien loin d'être négligeable dans ce genre de travaux, et pour éveiller l'attention des savants afin qu'ils dirigent leurs efforts vers la mesure exacte de cette influence et de tous les phénomènes qui en dépendent.

Un autre fait, que nous remarquâmes il n'y a pas longtemps, nous fit songer de nouveau aux effets que la chaleur solaire paraît exercer sur les couches superficielles de la terre. Lors de notre résidence à l'Amérique Centrale comme Envoyé extraordinaire

et Ministre plénipotentiaire du Mexique, nous avons fait quelques observations astronomiques pour déterminer la position géographique de la ville de Guatemala, et, pendant la série de ces travaux, nous eûmes occasion de remarquer assez souvent des légers mouvements du sol que nous ne croyons devoir attribuer à l'action des volcans qui abondent dans ce pays-là. En effet, les tremblements de terre que nous y avons observés, tant de trépidation que d'oscillation, ont eu une durée plus ou moins longue, mais toujours très appréciable; tandis que les mouvements dont nous parlons étaient rigoureusement instantanés et tout à fait insensibles sans le secours ampliatif des instruments. Il nous semblaient comparables à ceux qui se seraient produits par un coup sec appliqué sur le massif de briques qui soutenait notre altazimut, ou bien aux secousses qu'éprouverait un corps en changeant légèrement de place sous l'action d'une force intermittente. En visant la lune, on pouvait voir la réticule de la lunette se déplacer sur le limbe éclairé de cet astre et faire des vibrations instantanées dont les amplitudes dépassaient certainement 15 secondes d'arc. Quelquefois, elles se succédaient presque sans interruption, et nous produisaient spontanément l'impression des sursauts brusques que doivent éprouver les molécules d'un corps peu dilatable lorsqu'elles sont soumises à des changements de température.

C'est à partir de cette époque que nous nous sommes proposé d'étudier, sous le point de vue de l'action de la chaleur solaire, les phénomènes qui peuvent en dépendre, et dont les causes qu'on leur a attribuées ne nous semblaient tout à fait satisfaisantes. C'était peut-être le seul moyen de vérifier les effets d'une cause hypothétique si difficile à être démontrée directement.

Notre travail est très loin d'être complet, non seulement parce qu'il n'y a que cinq ou six mois qu'il a été entrepris, mais aussi par le manque de données suffisantes à l'établissement d'une théorie entièrement nouvelle et qui, jusqu'à un certain point, est en opposition avec les idées généralement reçues aujourd'hui. Ces motifs sont, sans doute, propres à justifier notre hésitation, notre crainte et même la défiance trop naturelle de nos propres idées que nous éprouvons en soumettant les pages suivantes à

l'examen des savants. Nous les prions, par cela même, de ne les considérer que comme un appel que nous osons adresser aux physiciens, aux astronomes, aux géodésiens et aux géologues qui voudront bien étudier, sous le nouveau point de vue de l'influence de la chaleur solaire, les différents phénomènes qui forment l'objet de leurs spécialités respectives. Ils trouveront ainsi des nouveaux moyens qui nous ont, sans aucun doute, échappés, soit pour renforcer, soit pour corriger, soit pour renverser notre théorie; mais nous les prions, en même temps, de ne pas oublier que, quelles que soient les difficultés que l'on puisse rencontrer pour l'explication de certains faits par cette nouvelle théorie, il reste toujours debout la difficulté non moins considérable d'expliquer pourquoi la terre, dont quelques parties sont soumises à une chaleur énorme par l'action du soleil, est soustraite à la dilatabilité, c'est-à-dire, à une des propriétés générales de la matière.

Le plan que nous avons suivi dans la rédaction de ce Mémoire consiste à établir théoriquement la loi de décroissement de la dilatation dans l'ellipsoïde terrestre, en raison de la chaleur que reçoivent du soleil ses différentes parties, et à comparer ensuite les résultats de la théorie avec ceux de l'observation de quelques faits dont la production nous a paru pouvoir être rattachée à la même cause. S'il nous a été impossible d'éviter tout à fait l'emploi du calcul, spécialement dans notre première section, nous avons représenté ses résultats au moyen de figures, afin de mettre nos lecteurs en état d'apprécier plus facilement l'ensemble de notre petit ouvrage, presque sans le secours du langage fatigant des formules.

Une dernière prière à nos lecteurs: celle de vouloir bien pardonner les fautes que nous devons commettre, à chaque instant, par l'emploi d'une langue qui n'est pas la nôtre.

ÉTABLISSEMENT DE LA THÉORIE.

Pour établir la loi générale de la distribution de la chaleur solaire sur la surface de la terre, on peut supposer que le soleil est toujours sur l'équateur et que ses rayons tombent sur la terre parallèlement à ce plan, et par conséquent, avec une obliquité croissante avec la latitude de chaque lieu d'observation. Quoique cette supposition ne soit pas rigoureusement vraie quand on ne considère que l'effet produit par l'action solaire dans une durée déterminée et inférieure à un an, elle est au contraire pratiquement exacte lorsqu'on fait abstraction des variations de température produits par les différents positions du soleil, et qu'on ne s'occupe que de la chaleur moyenne que reçoit un point quelconque de la terre dans le cours d'une année entière, pendant laquelle la position moyenne du soleil est réellement le plan équatorial.

Soit, donc, S (fig. 1) le soleil sur le plan $A\ C$ de l'équateur. Ses rayons tomberont verticalement sur A; mais sur un autre point quelconque B, dont la latitude soit $\varphi = A\ C\ B$, ils forme-

Fig. 1

ront avec sa verticale $B Z$ l'angle $S' B Z$ qui est précisément égal á φ, et en outre ils auront à traverser obliquement l'atmosphère, dans une épaisseur $B c$, plus grande que sa hauteur $A a$ ou $B b$. Par cette double raison l'intensité des rayons calorifiques, en arrivant à B, sera moindre que celle qui correspond au point A de l'équateur. Désignant par I l'intensité de la chaleur solaire en A, par i celle qu'elle a en B, par m la hauteur verticale de l'atmosphère et par e son épaisseur oblique $B c$, on aura:

$$i = \frac{m \cos. \varphi}{e} I$$

puisque sur le point B l'effet vertical de I est seulement $I \cos \varphi$, et qu'en traversant obliquement l'atmosphère il perd d'autant plus que l'épaisseur e est plus grande que la hauteur m. Prenant cette dernière quantité pour unité pour mesurer la valeur de e, nous pourrons écrire:

$$\frac{i}{I} = \frac{\cos. \varphi}{e} \quad \text{........................} \quad (1)$$

Cette formule exprime que l'action de la chaleur solaire sur la terre est directement proportionnelle au cosinus de la latitude, et inversement proportionnelle à l'épaisseur atmosphérique que les rayons calorifiques doivent traverser.

Si le globe terrestre était exactement sphérique, et puisque la dilatation est proportionnelle à la température qui la produit, le rapport (1) donnerait aussi la valeur de la dilatation à la latitude φ, celle de l'équateur étant 1; et il déterminerait en même temps la loi des variations que la figure sphérique devrait éprouver sous l'influence de la chaleur; mais pour trouver ces mêmes modifications de figure sur un ellipsoïde, nous croyons qu'il faut calculer préalablement le rapport qui doit exister entre l'allongement du rayon à la latitude φ et celui du rayon équatorial, et le multiplier ensuite par la valeur de $\frac{i}{I}$.

A cet effet, a et b étant respectivement les rayons équatorial et polaire de la terre, on a d'après Bessel:

$$a = 6{,}377397^{m} \qquad b = 6{,}356079^{m}$$

d'où il résulte pour l'aplatissement terrestre:

$$\alpha = \frac{a - b}{a} = 0{,}003343 \text{ ou } \frac{1}{299} \text{ à très peu près.}$$

Quoique ces nombres aient été obtenus par la discussion des mesures géodésiques, et en conséquence influencées par la dilatation terrestre dont on n'a eu aucun égard, ils nous serviront néanmoins pour calculer cet effet de la chaleur, puisqu'il doit être peu considérable par rapport aux dimensions de la terre.

Comme d'après l'équation (1), le pôle ne reçoit aucune chaleur du soleil, nous supposerons b constante et nous chercherons la variation qu'éprouve l'aplatissement à cause d'un allongement supposé dans le rayon équatorial. L'expression précédent donne par la différentiation:

$$d\alpha = (1 - \alpha)\frac{d\,a}{a} \quad \text{.....................} \quad (2)$$

et comme l'expression du rayon terrestre à la latitude φ, dont la valeur dépend à la fois de a et de α, est avec l'exactitude suffisante pour notre objet:

$$r = a\,(1 - \alpha \sin.^2 \varphi)$$

nous aurons:

$$d\,r = (1 - \alpha \sin.^2 \varphi)\,d\,a - a \sin.^2 \varphi\, d\,\alpha$$

Mais puisque la valeur de $d\,\alpha$ donne:

$$a\,d\,\alpha = (1 - \alpha)\,d\,a$$

il viendra:

$$d\,r = (1 - \alpha \sin.^2 \varphi - (1 - \alpha) \sin.^2 \varphi)\,d\,a$$

et par la réduction:

$$\frac{d\,r}{d\,a} = \cos.^2 \varphi$$

Tel est, en général, le rapport qui existe entre les allongements d'un rayon quelconque de l'ellipsoïde et celui de son équateur, la figure du solide restant toujours ellipsoïdale; mais par notre hypothèse, ces allongements devant être produits selon la loi d'échauffement représentée par la relation (1), nous obtiendrons le rapport ainsi modifié, en multipliant cette dernière relation par la précédente, et nous aurons:

$$\frac{d\,r}{d\,a} = \frac{\cos.^3 \varphi}{e} \quad \text{.........................} \quad (3)$$

Ce nouveau rapport exprime la loi de l'intensité avec laquelle doit se produire la dilatation des couches superficielles de la terre; et il fait voir que, si ce phénomène est appréciable, la figure générale du globe doit différer un peu de celle d'un ellipsoïde de révolution.

Pour calculer l'épaisseur oblique e de l'atmosphère, sa hauteur verticale étant toujours prise pour unité, appelons maintenant m le rayon terrestre exprimé en les mêmes unités, et supposons circulaires et concentriques les deux courbes qui limitent l'atmosphère et la terre dans une section faite suivant le plan d'un méridien comme dans la figure 1[re.] Si nous prenons la ligne verticale $C\,Z$ pour axe des ordonnées, nous pourrons considérer l'épaisseur $B\,c = e$ comme formant partie d'une droite qui ferait l'angle φ avec cet axe, et le rencontrant à la distance m de l'origine. Son équation sera donc:

$$y = x \cot. \varphi + m$$

Celle du cercle qui limite l'atmosphère étant $x^2 + y^2 = (m + 1)^2$, l'élimination de y entre ces équations donnera pour abscisse du point c d'intersection de deux lignes:

$$x = - m \sin. \varphi \cos. \varphi \pm \sin. \varphi \sqrt{(m + 1)^2 - m^2 \sin.^2 \varphi}$$

Mais, en outre, on a: $x = e \sin. \varphi$, et il viendra en prenant la valeur positive du radical:

$$e = \sqrt{(m + 1)^2 - m^2 \sin.^2 \varphi} - m \cos. \varphi$$

Faisons:

$$\sin. \psi = \frac{m}{m + 1} \sin. \varphi \quad \text{......................} \quad (4)$$

et nous aurons finalement:

$$e = (m + 1) \cos. \psi - m \cos. \varphi$$

On doit remarquer que l'angle auxiliaire ψ est celui que forme e avec la droite qui de son extrémité supérieure se dirige au centre de la terre; et que $\varphi - \psi$ est l'angle formé par les deux rayons qui vont aboutir aux extrémités de e.

Cette valeur de e a l'inconvénient d'être exprimée par la différence de deux nombres considérables; mais si l'on introduit les

valeurs de m ou de $m+1$ tirées de l'équation (4), elle se transforme en les suivantes, plus commodes pour les applications:

$$e = (m+1)\frac{\sin.(\varphi-\psi)}{\sin.\varphi} = m\frac{\sin.(\varphi-\psi)}{\sin.\psi} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots (5)$$

C'est au moyen des formules (4) et (5) que nous avons calculé la table suivante de 5° en 5° de latitude pour tout le quadrant. Nous avons supposé de 15 lieues la hauteur de l'atmosphère, du moins dans sa partie active comme absorbante de la chaleur et de la lumière, ce qui revient à prendre $m=100$. La table contient aussi les valeurs des fonctions $\frac{1}{e}\cos.\varphi$ et $\frac{1}{e}\cos.^3\varphi$, qui d'après notre théorie, expriment respectivement les lois de décroissement de la chaleur solaire et de la dilatation sur la surface de la terre.

φ	ψ	e	$\frac{1}{e}\cos.\varphi$	$\frac{1}{e}\cos.^3\varphi$
0°	00°00′ 00″	1.000	1.0000	1.0000
5	4 57 1	1.006	0.9906	0.9831
10	9 54 00	1.015	0.9701	0.9409
15	14 50 53	1.035	0.9334	0.8708
20	19 47 37	1.064	0.8834	0.7800
25	24 44 9	1.102	0.8225	0.6756
30	29 40 23	1.153	0.7513	0.5635
35	34 36 13	1.218	0.6724	0.4512
40	39 31 32	1.301	0.5888	0.3455
45	44 26 8	1.407	0.5025	0.2513
50	49 19 43	1.545	0.4161	0.1719
55	54 11 52	1.726	0.3323	0.1093
60	59 1 54	1.971	0.2537	0.0634
65	63 48 36	2.314	0.1826	0.0326
70	68 29 44	2.822	0.1212	0.0142
75	73 00 40	3.629	0.0713	0.0048
80	77 10 34	5.053	0.0344	0.0010
85	80 30 57	7.927	0.0110	0.0001
90	81 55 50	14.177	0.0000	0.0000

Observons que, lorsque φ n'est pas très grand, la valeur de e diffère peu de $\frac{1}{\cos. \varphi}$. En effet, le triangle B c C donne:

$$\tan. \varphi = - \frac{(m+1) \sin. (\varphi - \psi)}{m - (m+1) \cos. (\varphi - \psi)}$$

mais $\varphi - \psi$ étant toujours petit, puisque sa valeur ne dépasse 2°, même pour $\varphi = 70°$, nous pourrons employer, au lieu de son cosinus, la série: $\cos. (\varphi - \psi) = 1 - \frac{1}{2} (\varphi - \psi)^2$, et on aura:

$$(m+1) \sin. (\varphi - \psi) = \tan. \varphi - \tfrac{1}{2} (m+1) (\varphi - \psi)^2 \tan. \varphi$$

Dans le second membre de cette équation on peut faire usage de la valeur approchée:

$$\varphi - \psi = \frac{\tan. \varphi}{m+1},$$

pour obtenir:

$$(m+1) \sin. (\varphi - \psi) = \tan. \varphi - \frac{\tan.^3 \varphi}{2(m+1)}$$

Eliminant le premier membre entre cette équation et la première valeur (5) on trouve:

$$e = \frac{1}{\cos. \varphi} - \frac{\tan.^2 \varphi}{2(m+1) \cos. \varphi}$$

On voit que, $m+1$ étant un nombre considérable, on pourrait prendre $e \cos. \varphi = 1$ lorsque φ n'est pas supérieur à 60° ou 70°; de manière que pour les zones torride et tempérées nos deux fonctions $\frac{1}{e} \cos. \varphi$ et $\frac{1}{e} \cos.^3 \varphi$ pourraient être remplacées respectivement par les plus simples $\cos.^2 \varphi$ et $\cos.^4 \varphi$. Nous conserverons, cependant, les premières.

Jusqu'à présent nous ne pouvons compter sur des données suffisantes pour déterminer la hauteur absolue du renflement équatorial produit par la dilatation, et par conséquent, il nous est impossible d'évaluer celles qui correspondent aux autres latitudes d'après la loi $\frac{1}{e} \cos.^3 \varphi$; mais ce rapport peut nous donner une idée de la courbure relative à chaque point du méridien, quoique avec la déformation inévitable qui provient de la manque de ces données et aussi de la petitesse probable du renflement lui-même

par rapport au rayon de la terre. A cet effet, sur une ellipse très peu excentrique, ou même sur un quadrant circulaire BP (fig. 2e),

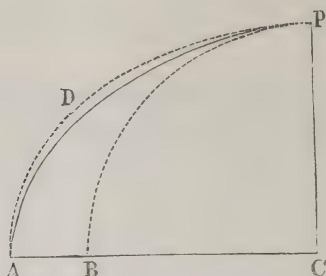


Fig. 2

prenons dans les prolongations des rayons différemment inclinés sur $A\ C$, qui représente le rayon équatorial, des longueurs proportionnelle à $\frac{1}{e}$ cos. $^3\ \varphi$. La courbe qui passera par les extrémités de ces droites représentera le méridien terrestre, tel qu'il résulte de la dilatation superficielle du globe d'après notre théorie. On peut remarquer sur cette figure que la courbure générale du méridien décroit lentement dans les basses latitudes; mais que vers le tiers D du quadrant, et un peu au delà, elle devient moins variable et produit une espèce de dépression relative ou d'aplatissement par rapport à la courbure qui correspondrait à une ellipse des mêmes axes, et qui est indiquée par une ligne de points. Nous verrons plus loin que ce fait paraît être d'accord avec plusieurs phénomènes physiques.

Afin d'analyser plus facilement la fonction $\frac{1}{e}$ cos. $^3\ \varphi$, et aussi dans le but de rendre plus simple sa comparaison avec les faits observés, nous allons la considérer comme l'équation d'une courbe rapportée à deux axes rectangulaires. Nous poserons donc:

$$y = \frac{1}{e} \cos.^3 \varphi$$

équation qui, avec la valeur de e deviendra:

$$y = \frac{\sin.\ \varphi\ \cos.^3\ \varphi}{(m+1)\ \sin.\ (\varphi - \psi)}$$

L'angle ψ étant donné par la formule:

$$\sin.\psi = \frac{m}{m+1}\sin.\varphi$$

on a par la différentiation:

$$\frac{d.\psi}{d.\varphi} = \frac{m\cos.\varphi}{(m+1)\cos.\psi} = \tan.\psi\cot.\varphi$$

Avec cette valeur on obtiendra par la différentiation de notre fonction, au moyen de transformations qu'il n'est pas difficile de saisir:

$$\frac{d.y}{d.\varphi} = -(3\tan.\varphi + \tan.\psi)\,y$$

$$\frac{d.^2 y}{d.\varphi^2} = \left((3\tan.\varphi + \tan\psi)^2 - \frac{3}{\cos.^2\varphi} - \frac{\tan.\psi\cot.\varphi}{\cos.^2\psi}\right) y$$

A l'aide de la valeur de $\frac{d.\psi}{d.\varphi}$ on peut donner à ces deux coefficients différentiels une forme qui nous semble plus simple pour les applications. Représentant par a la constante $\frac{m}{m+1}$ on a:

$$\tan.\psi = a\frac{\cos.\varphi}{\cos.\psi}\tan.\varphi$$

et le rapport des cosinus peut, à son tour, être exprimé en fonction de e et de m. En effet, dans le triangle formé par e, m et $m+1$, les deux derniers côtés ont respectivament ψ et $180^\circ - \varphi$ pour angles opposés; et, en conséquence, on aura:

$$m^2 = e^2 + (m+1)^2 - 2\,e\,(m+1)\cos.\psi$$

$$(m+1)^2 = e^2 + m^2 + 2\,e\,m\cos.\varphi$$

d'où il résulte:

$$\frac{\cos.\varphi}{\cos.\psi} = \frac{1}{a}\cdot\frac{2\,m+1-e^2}{2\,m+1+e^2}$$

et représentant par n ce rapport, il viendra:

$$\tan.\psi = a\,n\tan.\varphi$$

ce qui donne aux coefficients différentiels la forme:

$$\frac{d\,y}{d\,\varphi} = -(3+a\,n)\,y\tan.\varphi$$

$$\frac{d^2 y}{d\,\varphi^2} = \left((3+a\,n)^2\tan.^2\varphi - \frac{3+a\,n^3}{\cos.^2\varphi}\right) y$$

Le premier devient nul pour $\varphi = 0^\circ$ et pour $\varphi = 90^\circ$, points qui, par conséquent, correspondent respectivement aux ordonnées maximum et minimum, et indiquent les tangentes horizontales. Le second devient aussi nul pour $\varphi = 90^\circ$, exprimant une inflexion dans ce point. L'autre inflexion correspond à la valeur de φ donnée par l'évanouissement du facteur de y, laquelle est:

$$\sin. \varphi = \frac{\sqrt{3 + a\, n.^3}}{3 + a\, n.}$$

La valeur de n dépend de celle de e^2, laquelle est, à son tour, une fonction de l'inconnue φ; mais à l'aide de la table des valeurs de e, l'équation précédente peut être calculée facilement et rapidement au moyen d'approximations successives. En supposant $\varphi = 30^\circ$ ou $e = 1.15$, on trouve que l'inflexion a lieu dans le point que correspond à $\varphi = 30^\circ\ 1'\ 40''$, et une seconde approximation avec cette nouvelle donnée conduit au même résultat.

Pour l'usage des personnes peu familiarisées avec le langage algébrique, nous représentons cette courbe sur la figure 3ᵉ, les latitudes étant comptées sur l'axe horizontal; tandis que sur la figure 2ᵉ, elles étaient comptées sur un arc de cercle, et les ordonnées correspondantes sur les prolongations des rayons. On voit en A le point d'inflexion répondant à la latitude de $30^\circ 1' 40''$ et à l'écartement maximum que nous avons signalé, sur la figure 2ᵉ, entre notre courbe et l'ellipse.

Analysant d'une manière tout à fait semblable la fonction $y = \frac{1}{e} \cos. \varphi$, qui représente la loi de dégradation de la chaleur solaire sur la terre, on trouve qu'elle a aussi une inflexion pour $\varphi = 45^\circ\ 00'\ 20''$. Sur le même figure 3ᵉ cette courbe est représentée par une ligne de points, dont B est celui de l'inflexion. C'est

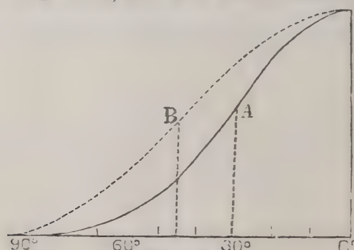


Fig. 3

vers la même latitude de 45° qu'a lieu le plus grand écartement des deux courbes, et nous verrons par la suite les conséquences de cette indication de la théorie.

Les lignes qui précèdent nous semblent suffisantes pour l'exposition de nos idées théoriques sur la loi de la dilatation de la surface du globe terrestre. Nous passerons maintenant à la comparaison de cette loi avec quelques phénomènes physiques dont la production nous paraît devoir être rattachée à la même doctrine.

MESURES GÉODÉSIQUES.

Nous avons dit, au commencement de ce Mémoire, que c'est en examinant les différences entre les arcs du méridien, tels qu'ils ont résulté des mesures directes, avec leurs valeurs obtenues par le calcul, que la première idée nous est venue de ce que l'effet de la distribution de la chaleur sur la terre n'était peut-être négligeable.

Le célèbre astronome Bessel est un des géomètres qui se sont occupés de la discussion des principales mesures géodésiques pour en déduire les valeurs *les plus plausibles* du rayon de l'équateur et de l'excentricité des méridiens terrestres en admettant, par conséquent, que la terre était, à très peu près, un ellipsoïde de révolution. Les éléments déduits de la discussion de Bessel ont été généralement admis, et considérés comme les plus propres à représenter, dans leur ensemble, les résultats fournis par les opérations géodésiques. Et réellement, lorsqu'on calcule avec ces éléments les longueurs des degrés du méridien à différentes latitudes et qu'on compare les résultats du calcul avec ceux des mesures directes, on trouve, en général, des différences assez petites, spécialement si une telle comparaison a lieu entre les mêmes arcs qui ont été employés à la discussion, et qui, à ce que nous nous rappelons, ont été dix des plus dignes de confiance. Sans prétendre nier, cependant, que les éléments de Bessel sont ceux qui s'accordent le mieux avec les résultats de l'expérience, nous avons cru trouver, dans les différences que nous venons de

mentionner, une certaine loi de variation qui paraît s'accorder avec le décroissement de la température, au moins lorsqu'on fait abstraction des petites irrégularités accidentelles, pour ne considérer que leur ensemble.

Il y a encore un autre fait très remarquable. Les nombreuses mesures du pendule à secondes, que différents observateurs ont fait sur toute la terre, et dont la combinaison fournit aussi l'aplatissement ou l'excentricité du globe terrestre, donnent pour cet élément un résultat plus grand que les mesures géodésiques; et il est digne de remarque que les observations du pendule sont, en général, beaucoup plus concordantes entre elles que les opérations géodésiques. Les premières produisent un aplatissement qu'on peut estimer, en terme moyen, à $\frac{1}{285}$, avec des petites variations autour de ce nombre; tandis que les secondes, selon les arcs que l'on compare, donnent des résultats depuis $\frac{1}{180}$ jusqu'à $\frac{1}{500}$. La valeur obtenue par Bessel est $\frac{1}{299}$ à très peu près.

Les mesures du pendule font donc la terre notablement plus excentrique que les opérations géodésico-astronomiques; et si l'on réfléchit à ce que les premières peuvent être considérées comme tout à fait indépendantes de l'effet dilatateur de la température du sol, et à ce que cet effet produirait l'allongement des degrés équatoriaux et le raccourcissement des degrés mesurés dans les hautes latitudes, on entrevoit la possibilité d'arriver à un accord plus parfait des résultats de ces deux espèces d'opérations, au moyen de l'évaluation des effets des températures relatives aux différentes pays dans lesquels ont été exécutés les travaux géodésiques qui ont servi de base à nos connaissances actuelles de la figure et des dimensions de la terre.

La résolution exacte de ce problème difficile exigerait: 1º La connaissance du coefficient de dilatation du sol dans chaque pays, ou pour mieux dire, dans les lieux où ont été mesurées les bases des triangulations géodésiques; 2º Celle des températures du sol pendant les mesures; 3º La certitude que toutes les opérations géodésiques et astronomiques sont libres d'erreur, afin d'avoir le droit d'attribuer au seul effet des différentes températures les différences respectives entre le calcul et l'observation; 4º La certitude qu'il n'existe pas de perturbations locales, ou

soit des irrégularités anormales dans la figure générale du globe terrestre.

Ces deux dernières suppositions sont entièrement inadmissibles; et quant aux premières données, il serait à la rigueur possible de les obtenir avec une précision suffisante, au moyen d'observations exécutées dans les localités respectives, tâchant de les faire pendant les mêmes époques de l'année dans lesquelles ont eu lieu les mesures.

Mais malgré notre ignorance de tous ces éléments, comme notre objet n'est pas précisément celui d'obtenir la véritable figure et les dimensions de la terre, mais plutôt celui de rechercher si la considération de la température pourrait faire accorder mieux le calcul avec les observations géodésiques, et le résultat de celles-ci avec celui des mesures du pendule, nous croyons pouvoir entreprendre la solution du problème en nous servant de données purement approchées. En effet, la dilatabilité du sol, toujours relativement petite, ne doit pas être bien différente d'un pays à l'autre, puisque les substances constituantes des terrains sont partout presque les mêmes; et quant aux températures de ceux-ci, lors des mesures, ne nous étant pas connues, elles pourront être remplacées par les températures moyennes de l'air correspondantes à chaque localité.

Nous comprenons très bien que ce dernier élément doit nécessairement être incorrect, non seulement parce que la température du sol est presque toujours différente de celle de l'air; mais aussi parce que celle-ci, variant beaucoup d'une saison à l'autre, spécialement dans les hautes latitudes, si une mesure quelconque a eu lieu pendant une époque extrème de froid ou de chaleur, il y aura, dans la donnée employée, une erreur égale à la différence de température entre cette extrème et la moyenne. Cependant, puisqu'il n'est pas possible d'éviter cet inconvénient, nous nous sentons encouragé par la considération de ce que, c'est un fait vérifié continuellement par l'expérience, les effets de causes constantes se manifestent à la fin, même lorsque pour le moment et dans un petit nombre d'observations ils puissent paraître cachés ou masqués par les effets variables de causes accidentelles ou fortuites. C'est précisément ce qui doit arriver dans

le phénomène de la dilatabilité, toujours peu sensible, et dans lequel on peut espérer une certaine compensation, en combinant plusieurs observations, au lieu de n'employer que le nombre strictement nécessaire à la détermination des inconnues du problème.

La question étant considérée sous ce nouveau point de vue, nos inconnues seront: 1° La correction de l'aplatissement polaire, ou si l'on veut, celle de l'excentricité du méridien terrestre; 2° le coefficient *moyen* de dilatation des substances qui constituent la croûte superficielle du globe.

Nous nous servirons, à cet effet, des principaux degrés que l'on voit dans le tableau suivant, lequel indique aussi les pays où ces arcs du méridien ont été mesurés et les latitudes de leurs milieux.

Nos	PAYS	Degrés mesurés	Latitudes du milieu
1	Équateur	110 582m.1	— 1° 31′ 00″
2	Inde	110 627 .2	+ 13 6 31
3	Bonne-Espérance	111 163 .0	— 33 18 30
4	États-Unis	110 880 .0	+ 39 12 00
5	Italie	111 054 .0	43 10 00
6	France	111 125 .7	44 51 2
7	Angleterre	111 241 .0	52 35 45
8	Prusse	111 377 .0	54 58 26
9	Russie	111 362 .0	58 17 37
10	Suède	111 488 .5	66 20 10

Maintenant, a étant le rayon de l'équateur et e l'excentricité des méridiens, on a d'après Bessel:

$$a = 6.377397^{m} \qquad e^2 = 0.006674$$

Avec ces éléments et désignant par φ la latitude du milieu de l'arc, la longueur d'un degré du méridien peut se calculer par la formule suivante. (Voir notre *Traité de Topographie, Géodésie et Astronomie*, volume II, page 228).

$$\mu = G\,(1 - A\,e^2 - B\,e^4)$$

dans laquelle on a:

$$G = 3600\, a \sin. 1''$$

$$A = 1 - \frac{3}{2} \sin.^2 \varphi$$

$$B = \frac{3}{2} \sin.^2 \varphi - \frac{15}{8} \sin.^4 \varphi$$

Si l'on applique ces formules avec chacune des latitudes du tableau précédent, on obtiendra les valeurs *calculées* μ des degrés correspondants telles qu'on les voit dans la table qui suit, lesquelles différent plus ou moins des valeurs *mesurées*, que nous désignerons en général par m. La dernière colonne de la table donne les différences $m - \mu$ entre le calcul et l'observation.

Nos	A	B	μ	m	m — μ
1	+ 0.99895	+ 0.0010	110 564m.5	110 582m.1	+ 17m.6
2	+ 0.92284	+ 0.0722	110 620 .7	110 627 .2	+ 6 .5
3	+ 0.54766	+ 0.2818	110 898 .0	111 163 .0	+ 265 .0
4	+ 0.40081	+ 0.3000	111 007 .0	110 880 .0	— 127 .0
5	+ 0.29798	+ 0.2913	111 083 .8	111 054 .0	— 29 .8
6	+ 0.25391	+ 0.2822	111 116 .6	111 125 .7	+ 9 .1
7	+ 0.05346	+ 0.1999	111 265 .9	111 241 .0	— 24 .9
8	— 0.00589	+ 0.1627	111 310 .2	111 377 .0	+ 66 .8
9	— 0.08567	+ 0.1034	111 369 .7	111 362 .0	— 7 .7
10	— 0.25835	— 0.0612	111 498 .8	111 488 .5	— 10 .3

On a dû immédiatement remarquer que le degré du cap de Bonne-Espérance, qui a été mesuré par La Caille, est celui qui donne la plus forte différence $m - \mu$, et indique, par le signe positif de celle-ci, que la courbure du méridien à la latitude d'environ 33° paraît être moins prononcée qu'elle ne le serait sur une ellipse. Ce fait, qui s'accorde d'une manière remarquable avec notre théorie, a conduit quelques géodésiens à admettre qu'il existait une dépression anormale de la surface terrestre vers cette latitude, dans l'hémisphère sud. Une telle différence ne doit être, en effet, attribuée aux erreurs d'observation, puisque La Caille

lui-même, surpris du résultat de ses travaux, répéta la plupart de ses opérations sans pouvoir réussir à la faire disparaître; et d'ailleurs l'habileté non contestée de ce géomètre, et l'identité de ses méthodes avec celles qui ont été employées dans presque toutes les opérations relatives à la mesure de la terre, donnent une grande force à la présomption d'une dépression de la terre vers le tiers du quadrant du méridien, c'est-à-dire, vers le même point où l'a placée notre théorie de la dilatation. Nous nous croyons donc autorisé à penser que cette coïncidence entre une indication théorique et un fait expérimental, si remarquable, n'est peut-être le simple effet du hasard.

Il est vrai que le quatrième arc de notre tableau, mesuré en Amérique par Mason et Dixon, à une latitude un peu plus grande, produit une différence $m-\mu$ négative et assez considérable, mais nous ne croyons pas pour cela notre opinion moins soutenable, non seulement parce que cette différence n'atteint pas ni la moitié de l'autre, mais aussi parce que l'arc américain est le seul qui a été mesuré par l'application matérielle d'une unité de longueur sur le terrain, tandis que tous les autres ont été évalués au moyen d'opérations trigonométriques, moins sujettes, en général, à des erreurs d'importance.

Quoi qu'il en soit, écartons de notre combinaison ces deux arcs qui donnent les plus grandes différences entre le calcul et l'observation. On voit tout de même que les degrés de l'Équateur et de l'Inde, c'est-à-dire, des pays les plus chauds du globe, donnent des différences $m-\mu$ positives, indiquant, en conséquence, que les longueurs mesurées sont plus grandes que les longueurs calculées. Les deux derniers arcs de la table, mesurés en Laponie et en la Russie septentrionale, donnent, au contraire des différences négatives; et ces deux faits réunis sont, à nos yeux, assez éloquents en faveur de l'influence appréciable de la température.

D'après ce que nous avons dit, et d'accord avec la nature de cette recherche, nous allons former des équations de condition établies sur l'hypothèse que chaque différence provienne d'une petite erreur de l'élément e^2 de l'ellipsoïde, et de l'effet de la température sur chaque arc mesuré.

Appelant x la correction du carré de l'excentricité, la valeur correcte de l'arc *calculé* aura pour expression:

$$\mu' = G\,(1 - A\,e^2 - A\,x - B\,e^4)$$

puisque cette correction, étant très petite par l'hypothèse, n'a aucune influence appréciable sur le terme $B\,e^4$. Par conséquent, nous écrirons:

$$\mu' = \mu - A\,G\,x$$

Quant aux arcs *mesurés*, nous les supposerons réduits à une même température, comme on le fait toujours lorsqu'il s'agit de comparer les longueurs des corps dilatables; mais, dans le cas actuel, il n'est peut-être convenable que la température commune soit celle de 0°, puisqu'il n'est pas utile de calculer à 0° les dimensions d'un corps qui, dans son en semble, ne se trouve jamais à cette température, et nous adopterons plutôt celle de 10°. En effet, depuis la température moyenne de 25° à 30° que l'on a dans les régions voisines de l'équateur jusqu'à celle de —8° à —10° des environs du pôle, on peut dire, avec assez d'exactitude, que la moyenne du globe entier n'est pas très différente de + 10°.

Supposons donc que chaque arc, mesuré à une certaine température t, a une longueur égale à celle qu'il aurait à 10°, augmentée de la quantité $m\,(t - 10°)\,y$, qui exprime l'effet de la dilatabilité pour $t - 10$ degrés de chaleur, y étant le coefficient moyen de dilatation des substances qui constituent le sol. En conséquence, $m - m\,(t - 10)\,y$ représentera sa longueur à la température commune; et comme, toutes corrections faites, le degré calculé doit être égal au degré mesuré, nous aurons:

$$\mu - A\,G\,x = m - m\,(t - 10)\,y$$

ou bien:

$$-A\,G\,x + m\,(t - 10)\,y = m - \mu$$

Chaque degré donnera lieu à l'établissement d'une équation de la même forme entre les inconnues x et y, au moyen desquelles on obtiendra facilement les valeurs de celles-ci. On comprendra, cependant, par l'inspection des coefficients et par la nature des corrections, que les inconnues doivent être très pe-

tites par rapport aux coefficients, de manière que, pour la commodité des opérations numériques, il nous semble préférable l'adoption d'un autre système d'inconnues dépendant de l'antérieur. A cet effet, faisons:

$$p = 10000\,x \qquad P = -\frac{A\,G}{10000}$$

$$q = 100000\,y \qquad Q = \frac{m\,(t - 10)}{100000}$$

et les équations de condition prendront la forme:

$$P\,p + Q\,q = m - \mu$$

Faute de données certaines sur les véritables températures du sol dans les lieux où les arcs du méridien ont été mesurés, nous les remplacerons par les températures moyennes de l'air que nous avons prises sur une carte de lignes isothermes pour la latitude de chacun des arcs. Elles sont:

	t	$t - 10$
Pour l'Équateur	24°	+ 14°
« l'Inde	28°	+ 18°
« l'Italie	15°	+ 5°
« la France	12°	+ 2°
« l'Angleterre	9°	— 1°
« la Prusse	8°	— 2°
« la Russie	3°	— 7°
« la Suède	0°	— 10°

Nos huit équations seront donc:

$$\begin{aligned}
-\ 11.119\,p + 15.481\,q &= +\ 17.6\\
-\ 10.272\,p + 19.913\,q &= +\ 6.5\\
-\ 3.317\,p + 5.553\,q &= -\ 29.8\\
-\ 2.826\,p + 2.223\,q &= +\ 9.1\\
-\ 0.595\,p - 1.112\,q &= -\ 24.9\\
+\ 0.066\,p - 2.228\,q &= +\ 66.8\\
+\ 0.953\,p - 7.795\,q &= -\ 7.7\\
+\ 2.876\,p - 11.149\,q &= -\ 10.3
\end{aligned}$$

Le nombre de ces équations étant plus grand que celui des inconnues, elles peuvent être combinées de plusieurs manières. La méthode de Mayer qui consiste à faire la somme de toutes les

équations après avoir donné le même signe aux coefficients d'une même inconnue, fournit pour équations finales:

$$32.024\,p - 63.230\,q = +\,70.3$$
$$30.834\,p - 65.454\,q = +\,20.5$$

dont la résolution produit $p = +\,22.57$ et $q = +\,10.32$. Par conséquent, nous aurons:

$$x = +\,0.002257$$
$$y = +\,0.000103$$

Si l'on rejette l'équation correspondant au degré prussien, comme plus discordant par rapport aux autres, les finales seront: *

$$31.958\,p - 61.002\,q = +\ \ 3.5$$
$$30.768\,p - 63.226\,q = -\,46.3$$

d'où il résulte: $p = +\,21.20$ et $q = +\,11.05$, et on aura:

$$x = +\,0.002120$$
$$y = +\,0.000110$$

Une autre combinaison qui se présente naturellement à l'esprit, est celle des deux premières équations avec les deux dernières, comme représentantes des effets extrèmes de la température et même de l'excentricité, puisque celles-là se rapportent

* Il est digne de remarque que cet arc présente un intérêt spécial parce que la latitude de son milieu est presque celle qui réduit à 1 le coefficient $1 - A\,e^2 - B\,e^4$, et pourrait, par conséquent, fournir la valeur du rayon équatorial avec indépendance de celle de l'excentricité. En effet, posant $A + B\,e^2 = 0$, il viendra:

$$\sin.\,\varphi = \pm\sqrt{-0.4\,\frac{1-e^2}{e^2} + \sqrt{\frac{8}{15\,e^2} + \left[\,0.4\ \frac{1-e^2}{e^2}\right]^2}}$$

que, pour $e^2 = 0.006674$, produit $\varphi = 54°43'47''$. Avec cette valeur de φ on aurait: $a = \dfrac{m}{3600\,\sin 1''}$.

Comme l'arc prussien réalise presque exactement cette condition, il pourrait être employé à la détermination de a pour obtenir une valeur dans laquelle serait insensible l'influence d'une petite erreur en e^2. En procédant ainsi, cet arc donnerait le rayon équatorial plus grand que celui qui résulte de la discussion de Bessel.

aux mesures faites près de l'équateur et celles-ci aux opérations des plus hautes latitudes. Par cette combinaison on aura:

$$25.220\,p - 54.338\,q = -42.1$$
$$17.562\,p - 16.450\,q = -6.1$$

Ces équations sont respectivement formées par la somme numérique et la somme algébrique des quatre primitives, le changement de signe pour une inconnue ne pouvant être fait qu'une seule fois sans changer en même temps le signe de l'autre; mais la combinaison donnera le même résultat que si nous avions pris la somme des deux premières équations de condition et celle des deux dernières. Leur solution produit: $p = +0.67$ et $q = +1.09$, et nous obtiendrons par conséquent:

$$x = +0.000067$$
$$y = +0.000011$$

On pourrait également résoudre les équations de condition par la méthode des moindres carrés; mais les résultats ne seraient très différents des antérieurs, et nous ne croyons d'aucune utilité l'exécution de longs calculs avec les données purement approximatives que nous avons été obligé d'employer. Il est suffisant, pour notre objet, que toutes les combinaisons faites produisent des valeurs positives de x et de y, puisque ce fait indique que la terre étant considérée comme un solide de révolution, son excentricité résulte plus grande lorsqu'on a égard aux effets de la température, et que ces effets sont très appréciables. On peut donc croire, en vue de ces indications, que si l'on effectuait la combinaison des mesures géodésiques par les méthodes que nous avons suivi, et avec des données de température plus dignes de confiance, on diminuierait beaucoup les discordances que l'on trouve aujourd'hui entre les différentes mesures qui ont été soumises à la discussion, et que la figure générale de la terre, obtenue par la géodésie, s'approcherait davantage de celle qui a été déduite des mesures du pendule.

La valeur de l'excentricité qui résulte de la première combinaison que nous avons fait, prenant en moyenne $x = +0.002188$,

est $e^2 + x = 0.008862$, ce qui donne un aplatissement polaire de $\frac{1}{226}$, quantité sans doute trop forte. La seconde combinaison, c'est-à-dire, celle des deux degrés de la région intertropicale avec les deux les plus septentrionaux, donne $e^2 + x = 0.006741$, et un aplatissement de $\frac{1}{296}$, un peu plus grand que celui qui a été obtenu par la géodésie et plus petit que celui qu'on obtient par le pendule. La moyenne des deux combinaisons donneirait $\frac{1}{256}$ pour aplatissement, valeur un peu plus considérable que celle de $\frac{1}{285}$ fournie par le pendule.

Quant au coefficient moyen de dilatation des substances qui composent les couches superficielles de la terre, la première combinaison donne $y = 0.000106$, quantité de 5 à 6 fois plus grande que le coefficient de dilatation du cuivre, du bronze et du laiton, et près de 10 fois plus forte que celui de l'acier. L'autre combinaison produit $y = 0.000011$, résultat environ 10 fois plus petit que le premier, et qui est presque égal au coefficient du fer, et très peu supérieur à celui du verre et du platine.

Nous croyons, pourtant, en nous appuyant sur le fait que les corps les moins denses sont, en général, les plus dilatables, que les matières minérales qui constituent le sol, et dont la densité moyenne n'excède probablement de 3 ou de 3.5, doivent avoir un coefficient de dilatation peut-être supérieur à ceux de la plupart des métaux en état de pureté. On ne doit pas oublier que dans le calcul nous n'avons employé que les températures moyennes de l'air; mais que le sol éprouve des changements de température beaucoup plus considérables, et qu'il n'est pas diathermane comme l'atmosphère. L'habitude que l'on a presque partout de n'observer que la température de l'air, est, à notre avis, la cause principale des idées peu nettes que l'on a, en général, sur les énormes quantités de chaleur que le sol reçoit pendant la présence du soleil sur l'horizon, et des limites qu'elles peuvent atteindre.

Dans les premiers mois de cette année nous avons fait, à la ville de Mexico, quelques observations comparatives, d'heure en heure, des températures de l'air et du sol. Les premières ont été mesurées à la manière ordinaire avec un thermomètre suspendu á $1^{m}60$ au-dessus du sol, dans un lieu bien découvert, quoique

à l'ombre; et les secondes avec un autre thermomètre placé horizontalement sur la terre et exposé aux rayons directs du soleil. Nous allons mettre sous les yeux du lecteur les deux séries extrêmes, c'est-à-dire, celles qui respectivement représentent, à peu près, le jour le plus froid et le jour le plus chaud de l'année à Mexico. Toutes les températures sont exprimées en degrés centésimaux.

10 Février 1881				19 Avril 1881			
Heures	Air	Sol.	Diff.	Heures	Air	Sol.	Diff.
7h	+ 1°4	— 3°0	— 4°4	7h	13°0	15°5	+ 2°5
8	3.5	+ 6.7	+ 3.2	8	17.2	26.5	9.3
9	8.6	18.0	9.4	9	20.7	36.0	15.3
10	13.4	28.0	14.6	10	23.9	44.2	20.3
11	16.6	35.0	18.4	11	26.4	49.5	23.1
Midi	20.5	40.4	19.9	Midi	27.5	51.0	23.5
1	22.5	39.9	17.4	1	30.0	52.0	22.0
2	23.9	39.6	15.7	2	29.4	50.0	20.6
3	24.2	37.0	12.8	3	30.6	47.0	16.4
4	23.9	32.0	8.1	4	30.0	40.0	10.0
5	21.1	24.0	+ 2.9	5	29.0	31.0	2.0
6	17.5	16.5	— 1.0	6	25.0	24.0	— 1.0

On voit par ces nombres que dans le cours d'une journée le sol éprouve, dans nos régions intertropicales, des changements de température au moins de 30° à 40°; de manière que même en supposant le coefficient moyen de dilatation égal au plus petit de nos résultats, savoir: $y = 0.00001$, il produirait encore une oscillation de 30m à 40m dans la longueur d'un degré du méridien. Il nous semble, en conséquence, impossible qu'on doive négliger plus longtemps des effets tellement considérables; et nous ne pouvons pas nous expliquer comment est-ce que les géodésiens l'ont négligé jusqu'à présent, s'il est peut-être la cause principale des discordances qui présentent entre elles les opérations géodésiques les plus dignes de confiance, et de celle-ci avec les résultats des observations du pendule.

Rien de ce que nous avons dit ne signifie que, dans notre opinion, la terre soit précisément un solide parfait de révolution; elle a sans doute des irrégularités très sensibles, ne fût-ce qu'à cause de l'inégale distribution des terres et des mers; mail il nous semble que'elle doit s'approcher beaucoup de cette forme, quoique sa géneratrice ne soit exactement elliptique. Si notre théorie est bien fondée, elle fait voir que le méridien n'est pas une ellipse parfaite; mais qu'au contraire, il y a certaines dépressions par rapport au renflement équatorial produit par l'action constante de la chaleur solaire.

PRESSIONS ATMOSPHÉRIQUES

AU NIVEAU DE LA MER. COUCHE TERRESTRE DE TEMPÉRATURES CONSTANTES.

On sait que la hauteur moyenne du baromètre au niveau de la mer n'est pas la même à toutes les latitudes. Cette hauteur, ou la pression de l'atmosphère qu'elle est destinée à mesurer, change au contraire de l'équateur aux pôles suivant une loi que nous exprimerons en peu de mots. Depuis l'équateur elle augmente d'une manière assez régulière jusqu'à la latitude de 30 ou 35 degrés dans l'hémisphère boréal, et d'environ 26 dans l'hémisphère austral, points où elle atteint ses maxima; et ensuite elle diminue lentement vers les pôles.

L'explication qu'on a donnée jusqu'à présent à ce phénomène consiste à supposer que l'atmosphère n'a pas partout la même épaisseur verticale. D'après cette théorie, une telle différence provient de l'inégalité avec laquelle l'action calorifique du soleil agit sur les différentes parties de la masse d'air qui nous environne. Dans la zone équatoriale l'air s'échauffe plus que dans les latitudes plus élevées, et en se dilatant il devient spécifiquement plus léger, ce qui le fait monter vers les hautes régions de l'atmosphère et s'écouler vers les pôles. Dans les latitudes élevées l'air est au contraire plus froid, devient plus dense et se précipite vers les régions plus basses et plus chaudes de l'atmosphère, c'est-à-dire, vers l'équateur. De ces dilatations et contractions

s'origine un double courant, ou si l'on veut, un seul courant continu, dont la partie supérieure va de l'équateur aux pôles, tandis que la partie inférieure se dirige en sens contraire. Ceci étant posé, on admet généralement, d'après Maury et autres physiciens, que vers la latitude de 35° les deux parties opposées du courant se rencontrent et produisent ainsi, aux environs de ce parallèle, une accumulation d'air, et par conséquent, l'augmentation réelle de la hauteur atmosphérique. Dans la même théorie cette rencontre aurait pour cause le refroidissement lent et graduel du courant supérieur, qui la ferait descendre peu à peu jusqu'au niveau du courant inférieur et se diviser en deux parties dont l'une, plus refroidie, changerait de direction pour retourner vers l'équateur, tandis que l'autre suivrait son cours vers le pôle.

Cette ingénieuse théorie n'est pas, à nos yeux, tout à fait libre d'objections. On ne saurait, certainement, mettre en doute l'existence des courants atmosphériques constants qui ont pour cause les différences de température et qui produisent des effets bien connus, comme le phénomène des vents alizés; mais on ne voit pas avec la même clarté pourquoi la recontre de ces courants doit avoir lieu à la latitude de 30° ou 35° plutôt qu'ailleurs, et encore moins qu'une telle rencontre doive nécessairement produire une accumulation constante de l'air dans la même zone. On serait plutôt tenté de croire qu'elle doit s'opérer lentement et d'une manière insensible, et que si elle donne lieu à un effet maximum, il arriverait dans la région variable où s'équilibrent les températures des deux parties opposées du courant.

Mais quel que soit le lieu de leur réunion, il nous semble difficile de concevoir dans ce point l'existence d'une accumulation constante de matière gazeuse, capable de produire une notable différence de pression. On peut sans doute modifier jusqu'où l'on veut la tension des gaz en faisant varier leur température et les obligeant à occuper un volume plus ou moins considérable; mais pour que ces effets aient lieu il faut opérer dans des réceptacles clos, plus ou moins extensibles, et dont les parois opposent toujours quelque résistance à la constante répulsion dont sont animées les molécules d'un fluide aériforme. Lorsque, au contraire, il s'agit des gaz qui, comme l'atmosphère, peuvent s'étendre sans

obstacle dans toutes les directions; et lorsqu'on sait la difficulté qu'il y a de chauffer les gaz dans des vases ouverts, et encore davantage celle d'augmenter les effets de sa tension, il est au moins difficile de concevoir comment l'atmosphère, si élastique, si mobile, si indéfinie en étendue, peut produire dans un court espace et d'une manière constante l'accumulation de sa matière et qui, d'après les conditions d'équilibre des fluides, devrait se résoudre en des nouveaux courants jusqu'au rétablissement de l'égalité de pression. On observe souvent dans la mer les recontres de deux courants contraires; mais on voit toujours que si le choc des vagues animées de vitesses directement opposées éléve pour un moment le niveau des eaux, il ne tarde pas à s'affaisser de nouveau, et que la réaction forme une dépression dans la même place où l'élévation s'était produite. Nous ne savons pas que nulle part on ait constanté des différences permanentes du niveau de la mer par rapport à l'océan environnant.

En admettant toutefois l'accumulation constante de l'air dans un point déterminé de l'atmosphère, nous croyons qu'elle devrait aussi se produire à l'équateur et aux environs des pôles, lieux de rencontre des courants. Mais rien de pareil n'est indiqué par le baromètre, lequel signale au contraire une diminution de la pression atmosphérique dans ces latitudes extrêmes.

Quoi qu'il en soit, il est toujours vrai que la théorie de Maury pour expliquer les variations des pressions moyennes de l'atmosphère, repose entièrement sur l'action que la chaleur du soleil doit exercer sur elle. Examinons maintenant les mêmes faits sous le point de vue de l'action solaire sur la terre, c'est-à-dire, de la dilatation de la surface du sol; et commençons par transcrire, en les prenant de la *Geography of the sea* de Maury, les moyennes des hauteurs barométriques au niveau de la mer et à différentes latitudes.

Latitudes	Nord	Sud	
	mm	mm	
De 0° á 5°	759.84	760.48	Moyennes de 83334 observations depuis 50° Nord jusqu'à 36° Sud.
5 » 10	760.02	761.52	
10 » 15	761.09	762.71	
15 » 20	762.46	763.52	
20 » 25	764.06	764.59	
25 » 30	765.78	764.41	
30 » 35	767.33	263.32	
35 » 40	765.15		
40 » 45	763.96		
45 » 50	763.52		

Afin de rendre plus frappante et plus facile la comparaison de notre théorie avec le phénomène dont nous nous occupons, construisons la courbe $\frac{1}{e}$ cos.^{3} φ, qui exprime la théorie, à côté de celle des pressions, qui représente les faits observés. Toutes les deux ont les latitudes pour abscisses dans la figure 4e; mais les ordonnées de la courbe barométrique sont comptées de haut en bas, puisque la pression atmosphérique doit diminuer lorsque la surface de la terre s'élève et au contraire. La courbe théorique est

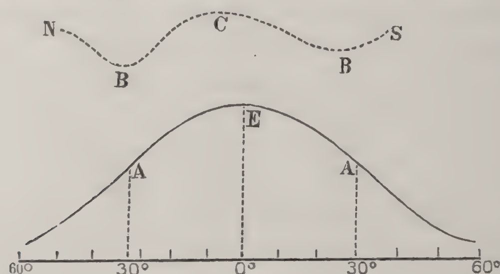


Fig. 4

représentée par une ligne continue et la barométrique par une ligne de points, *N* et *S* indiquant respectivement les limites nord et sud entre lesquelles ont eu lieu les observations.

La simple inspection de cette figure montre que la ressemblance des deux courbes est presque parfaite dans toute la zone intertropicale. A l'éminence équatoriale de la première, répond le minimum de pression atmosphérique de la seconde; et aux in-

fléxions A de celle-là, les deux maxima B de celle-ci, lesquels ont lieu vers 32° dans l'hémisphère boréale et vers 26° dans l'australe, étant signalés par la théorie à la latitude de 30° 1′ 40″. La différence qui présente les maxima d'un hémisphère à l'autre, et, en général, les pressions correspondantes aux mêmes latitudes, dépend peut-être de l'inégale distribution des terres et des mers, les eaux étant beaucoup plus abondantes dans l'hémisphère sud.

A partir de la latitude des maxima barométriques les deux courbes commencent à diverger, et cette divergence s'étend peut-être jusqu'aux pôles, points où il paraît que la pression atmosphérique est à peu près la même qu'à l'équateur. Maury croit que ce fait provient de la diminution réelle de l'épaisseur atmosphérique vers les pôles, et quelques autres savants l'ont attribué à la plus grande quantité de vapeur d'eau qu'ils croient que l'atmosphère contient dans les hautes latitudes et qui rend l'air spécifiquement plus léger.

A notre avis, la première explication n'est pas tout à fait satisfaisante, car la basse température de l'air aux environs des pôles, la petitesse de la force centrifuge et l'augmentation de la pesanteur dans les mêmes régions, sont autant de causes dont la combinaison nous paraît devoir produire l'effet contraire. La seconde explication nous semble plus satisfaisante, spécialement à l'égard de l'hémisphère austral, où l'évaporation doit être très abondante à cause de la grande étendue des mers; mais elle a certainement moins de force à l'égard de l'hémisphère boréal.

Sans prétendre nier toutes ces influences, nous croyons, cependant, qu'il y a une autre cause capable de contribuer au même résultat, et cette cause est la chaleur des courants marins qui de l'équateur se dirigent vers les pôles. Le plus connu de ces courants est celui de notre golfe mexicain, ou le *Gulf Stream*, comme l'appellent les navigateurs. La chaleur des eaux entraînées par ce courant est telle que, non seulement elle adoucit les climats de l'Europe occidentale, mais elle produit aussi l'échauffement rélatif des mers pôlaires, dont la température est toujours supérieure à celle de l'air dans les mêmes régions. En prenant pour point de départ la température du courant à sa sortie du golfe du Mexique, Maury calcule que «la quantité de chaleur entraînée

«journellement par le Gulf Stream et déchargée dans l'Atlanti-«que, est suffisante pour élever la température des *montagnes de «fer*, depuis zéro jusqu'à leur point de fusion, et pour maintenir «le courant liquide de ce métal dans un volume supérieur â ce-«lui de l'eau que le Mississippi décharge continuellement dans «l'Océan.»

Cette cause additionnelle de chaleur ne serait-elle pas capable d'élever aussi la température des terres polaires, et de produire en même temps sur elles un renflement relatif, analogue à celui qui, d'après notre théorie, est produit à l'équateur par la chaleur du soleil? Nous ne saurions nous pronnoncer à cet égard; mais quelles que soient les causes de la diminution de la pression atmosphérique vers les pôles, il n'est pas moins vrai qu'elle ne peut pas être expliquée par la simple théorie de la chaleur solaire, soit qu'elle s'applique isolément à la terre ou à l'atmosphère, à moins d'admettre l'existence des causes perturbatrices.

En effet, si au lieu de considérer l'action du soleil sur la terre, comme nous l'avons fait jusqu'à présent, nous appliquons la même théorie à l'atmosphère, nous pourrions le faire de deux manières, savoir: en supposant sphérique la surface extérieure de la masse d'air qui environne la terre, ou en la supposant à peu près ellipsoïdale avec Maury. Dans le premier cas, notre fonction $\frac{1}{e}$ cos. φ exprimerait la loi d'augmentation de la pression atmosphérique, en admettant toutefois qu'elle varie en raison inverse du dégré de chaleur de l'air. La courbe qui en résulte est celle que nous avons représentée au moyen d'une ligne de points dans la fig. 3e, et l'on voit qu'elle s'accorde encore moins avec les résultats de l'expérience, même aux environs de l'équateur, ses inflexions s'éloignant davantage des maxima barométriques. Dans le second cas, nous trouverions encore la formule $\frac{1}{e}$ cos.^{3} φ, dont la divergence, par rapport aux pressions près des pôles, nous venons de reconnaître.

Il faut remarquer que, dans l'un comme dans l'autre cas, nous avons conservé l'influence de l'épaisseur oblique e de l'atmosphère, ce qui revient à supposer que la plus grande partie de l'effet de la chaleur est produit par les couches inférieures de l'air. Si, au contraire, on prend dans le calcul $e = 1$, les courbes résultan-

tes seront des simples sinusoïdes de différents degrés, dont les infléxions s'approcheront davantage des pôles.

La difficulté d'expliquer la diminution de la pression atmosphérique dans les hautes latitudes par l'action isolée de la terre ou par celle de l'air, nous a suggéré l'idée d'examiner la fonction $\frac{1}{e}$ cos. φ sin^2 φ, qui exprime la différence entre $\frac{1}{e}$ cos. φ et $\frac{1}{e}$ cos.^{3} φ et suppose que l'effet final est produit par la différence d'actions de la chaleur sur l'atmosphère et sur la terre. Cette courbe a des inflexions vers 22° 30′ et 67° 30′ et des maxima vers 45°. Elle est représentée par une ligne continue sur la fig. 5e, dans laquelle est aussi construite la courbe des pressions atmosphériques observées; mais cette fois nous avons compté ses ordonnées de bas en haut.

On voit que ces deux lignes ont presque les mêmes sinuosités, et qu'elles seraient très semblables si la pression aux pôles est la même qu'à l'équateur, puisque la courbe théorique rencontre aussi l'axe horizontal pour $\varphi = 90°$. Leur différence la plus remarquable consiste en ce que les maxima M de celle-ci sont plus éloignés de l'équateur que ceux de la courbe barométrique. Par conséquent elle représente moin bien que notre fonction $\frac{1}{e}$cos.^{3} φ

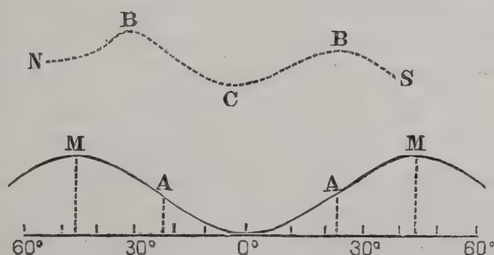


Fig. 5

la pression atmosphérique dans la zone intertropicale; mais dans les hautes latitudes elle s'accorde avec l'observation d'une manière remarquable.

Comme résumé de ces recherches, nous croyons pouvoir établir les propositions suivantes: 1° A moins d'admettre l'existence de causes perturbatrices dans les hautes latitudes, ni la dilatation de la terre, ni celle de l'atmosphère peuvent expliquer, à

elles seules et d'une manière indépendante, le phénomène des variations de la hauteur moyenne du baromètre au niveau de la mer depuis l'équateur jusqu'aux pôles, soit qu'on suppose l'atmosphère sphérique, soit qu'on la suppose ellipsoïdale; 2º La dilatation de la terre représente ce phénomène, mieux que celle de l'air, dans le premier tiers du cadran, c'est-à-dire, dans la partie du méridien où il varie davantage par rapport aux variations de latitude; 3º En supposant l'atmosphère à peu près sphérique, l'action différentielle de la terre et de l'air s'accorde assez bien avec l'ensemble des faits observés.

Nous nous croyons aussi autorisé à déduire de ces propositions la conclusion générale que la dilatation de la terre n'est pas insensible, et qu'au contraire, elle paraît concourir efficacement à la production du phénomène que nous avons considéré.

Mais l'influence de la chaleur solaire sur la figure de la terre se manifeste encore, à notre avis, par un autre phénomène non moins digne d'attention. On sait qu'à une profondeur plus ou moins considérable, mais toujours petite, au-dessous de la surface du sol, on rencontre partout une couche dont la température est constante pour chaque lieu, et presque égale ou très peu supérieure à la température moyenne de l'air dans le même lieu. Elle est désignée sous le nom de *couche invariable*, et c'est à sa surface que viennent s'éteindre les manifestations thermométriques des oscillations de la chaleur extérieure, et d'où commence à augmenter la température à mesure qu'augmente la profondeur.

On ne possède, jusqu'à présent, des observations suffisamment nombreuses pour pouvoir assigner exactement la forme générale de cette couche; mais on sait que, très superficielle à l'équateur et dans presque toute la région intertropicale, où sa profondeur ne dépasse pas beaucoup un mètre au-dessous du sol, elle devient plus profonde dans les latitudes moyennes. * A Paris, on

* A la ville de Mexico, dont la latitude est de 19° 26′ 12″, on observe la température du sol à la profondeur de 0m85, et à ce que nous nous rappelons, les oscillations extrêmes du thermomètre n'atteignent pas 5° dans le cours de l'année, les oscillations diurnes étant presque insensibles. Nous croyons donc que la profondeur de la couche invariable ne doit pas être supérieure à environ 2 mètres, malgré la grande altitude de la ville qui es de 2.260 mètres sur le niveau de la mer.

la rencontre à 27 ou 28 mètres, et il paraît, d'après les observations de MM. Erman et Schergin faites en Sibérie par 62° de latitude, qu' elle redévient encore superficielle dans les hautes latitudes.

C'est principalement en s'appuyant sur ces deux propriétés caractéristiques de la couche invariable, savoir: sa petite profondeur au-dessous du sol et sa température qui n'est pas influencée par les variations de la chaleur extérieure, que les physiciens ont établi le fait de la faible conductibilité des couches terrestres. Peut-être que ces mêmes propriétés sont aussi celles qui les ont conduit à admettre que le sol n'est pas dilatable, puisque l'élévation de la température et l'augmentation du volume sont deux phénomènes qu'on a l'habitude de voir se produire ensemble, et qui proviennent de la même cause, de l'action de la chaleur.

Nous croyons, pourtant, que la troisième propriété également caractéristique de la couche invariable, c'est-à-dire, celle d'avoir partout une température très peu supérieure à la moyenne de l'air dans chaque localité, ne peut pas être expliquée que par l'action extérieure de la chaleur solaire. En effet, si cette propriété n'était que le résultat de la chaleur originaire de la terre, appelée *chaleur centrale*, on devrait trouver, d'après les lois de la propagation de la chaleur, que la température du sol serait la même pour les mêmes distances au centre d'action. Ainsi, par exemple, la température de la couche invariable au pôle se retrouverait à environ 21 kilomètres au-dessous du sol dans les régions voisines de l'équateur, parce que telle es la différence de longueur entre les rayons pòlaire et équatorial. En d'autres termes, la température de cette couche à l'équateur devrait être inférieure à celle qu'elle a aux environs du pôle, ce qui est tout à fait contraire au résultat des observations.

Il faut donc admettre que c'est principalement le soleil qui produit les températures constantes de chaque point de la couche invariable; et qu'elles constituent, pour ainsi dire, les manifestations matérielles de la quantité moyenne de chaleur que reçoit du soleil chaque lieu de la terra, d'après sa situation par rapport à l'équateur. Voilà, en conséquence, l'effet d'une action

continuelle qui se propague à une grande profondeur, qui maintient dans les couches du globe un dégré déterminé de chaleur et qui, peut-être, va se combiner plus loin avec l'action de la chaleur centrale de la terre.

Maintenant, le simple fait que ces températures changent avec les latitudes suivant une certaine loi de décroissement, nous conduira à la conclusion que la même loi doit concourir à régler les intensités avec lesquelles se produit le phénomène de la dilatabilité, quelle que soit d'ailleurs la petitesse des coefficients de dilatation des subtances qui composent le sol. L'action de la chaleur solaire est, par conséquent, la cause déterminante d'un phénomène modificatif de la figure de la terre.

Mais, dans notre opinion, cet état permanent de dilatation, dont l'intensité décroît de l'équateur aux pôles, n'est pas le seul effet de ce genre produit par le soleil. Nous croyons, en même temps, que cet état moyen est continuellement modifié par l'influence de la chaleur solaire, malgré la faible ductibilité du sol, et qui si les oscillations de la température extérieure ne font varier les indications du thermomètre à une petite distance au-dessous du sol, il n'arrive pas peut-être la même chose à l'égard de l'autre manifestation de la chaleur, c'est-à-dire, à l'égard du travail intérieur, du mouvement. En hasardant cette hypothèse, nous sommes obligés d'exposer, quoique brièvement, les raisons qui nous semblent l'appuyer.

D'après la théorie dynamique de la chaleur, appuyée aujourd'hui sur une infinité de faits, «le mouvement calorifique com-
«muniqué à un corps se résout: 1º en échauffement, ou chaleur
«sensible au thermomètre; c'est de la chaleur communiquée; 2º
«en travail interne, ou écartement des molécules; c'est de la
«chaleur trasformée, insensible au thermomètre; 3º en travail
«externe, ou action contre les résistances extérieures; c'est en-
«core de la chaleur transformée.» *

Dans les corps solides, en général très peu dilatables, la se-

* Nous empruntons ces lignes au *Traité du Physique* de M. Ganot, car nous ne saurions exposer d'une manière plus courte et plus claire les effets de la chaleur, d'après la doctrine thermodynamique ou du mouvement.

conde portion de l'action calorifique, c'est-à-dire, celle qui transformée en travail intérieur produit l'écartement moléculaire ou dilatation, est probablement la plus considérable, au moins lorsque la troisième portion, destinée à vaincre les résistances extérieures, ne rencontre que celle de la pression atmosphérique qui s'oppose à l'expansion du corps. C'est, à notre avis, le cas où se trouve la terre; et lorsqu'on réfléchit à l'immense quantité de chaleur que reçoit son hémisphère éclairée par le soleil; lorsqu'on sait le faible effet de cette chaleur sur les couches inférieures de l'atmosphère, la constance d'une basse température dans les couches supérieures, la petite distance au-dessous du sol à laquelle elle se révèle au thermomètre; et lorsqu'on veut se rendre compte du fait très remarquable que la région qui reçoit plus de chaleur est précisément celle où la couche invariable se trouve à la moindre distance de la surface terrestre, nous croyons qu'on ne peut pas s'empêcher de penser que la plus grande partie de la chaleur reçue est absorbée par la terre en forme de mouvement moléculaire, et qu'elle pénètre assez profondément pour produire l'expansion, la courbure, ou le renflement des couches superficielles du globe.

On voit qu'en dernier résultat notre hypothèse revient à admettre un certain ordre de succession, d'intensité ou d'étendue, entre les deux effets de la chaleur, entre la dilatation et l'échauffement, puisque nous croyons que le premier se fait sentir à une plus grande distance que le second, sans être nécessairement accompagné de celui-ci. Il est vrai que, dans la plupart des cas, les phénomènes dus à l'influence de la chaleur se manifestent ensemble; mais, est-ce qu'on a, jusqu'à présent, les moyens d'apprécier isolément l'action, l'intensité et l'étendue de chacun? Sait-on même les quantités relatives de chaleur dont ils ont besoin pour se produire? N'est-il pas vrai que dans la plupart des corps la dilatation n'est pas rigoureusement proportionnelle à l'échauffement? A-t-on donc le droit de n'admettre que la production nécessairement simultanée de ces deux phénomènes et la constance de son rapport quant à leur intensité? D'après la thermodynamique, l'échauffement est-il autre chose que la manifestation d'une forme spéciale du mouvement moléculaire?

Et s'il est un mouvement, la dilatation est aussi un mouvement qui, dans notre opinion, prépare et, par conséquent, précède l'autre.

La science offre, d'ailleurs, des exemples où les manifestations des deux phénomènes, loin d'être simultanées, se présentent, au contraire, parfaitement isolées. Pendant la fusion des corps et pendant leur vaporisation, leurs températures ne s'élèvent plus, et toute la chaleur qu'ils reçoivent est employée à la production du mouvement, au grand travail interne de désagrégation moléculaire, c'est-à-dire, à une véritable dilatation arrivée à un haut degré d'intensité. Si ce n'est qu'alors qu'on s'aperçoit que la dilatation est le seul phénomène qui se produit, cela dépend de ce qu'on possède des instruments pour mesurer isolément le progrès de l'échauffement, lequel devient réellement nul au moment où les corps changent d'état; tandis qu'on n'a pas les moyens de mesurer le progrès de la dilatation; mais, il est naturel de croire que, puisque le premier de ces mouvements se dirige vers un minimum et le second vers un maximum, ils doivent avoir une marche progressive très différente avant la fusion ou la vaporisation, et, jusqu'à un certain point, opposée quant à l'intensité. Maintenant, la dilatation en général dont l'effet est celui d'éloigner les unes des autres les molécules de la matière, est-elle autre chose, au fond, qu'un *commencement* de fusion pour les solides et de vaporisation pour les liquides? Pourquoi donc ne pas admettre, pendant le progrès de cette fusion ou de cette vaporisation, une marche différente des deux causes qui déterminent ces phénomènes, et que nous voyons réellement séparées au moment de leur complet accomplissement?

Mais si ces raisons ne semblent suffisantes pour autoriser notre hypothèse, nous ferons encore mention d'un autre phénomène qui vient aussi à son appui. C'est pendant l'absence du soleil que le refroidissement de la terre se fait avec plus d'intensité; et l'on sait que, pendant la nuit, le sol devient tellement froid que, même dans la région intertropicale, sa température est généralement inférieure à celle de l'air, un peu avant la pointe du jour. En jetant les yeux sur les observations comparatives que nous avons insérées à la fin de notre dernière section, on verra

qu'à sept heures du matin cette différence de température à été encore de plus de 4° pendant l'hiver dernier à Mexico.

Le sol ne s'échauffant, pendant le jour, que jusqu'à une très petite profondeur, d'où donc provient l'énorme quantité de chaleur que la terre envoie vers l'espace à travers la masse diathermane de l'atmosphère, et qui est capable de faire refroidir le sol lui-même malgré sa faible conductibilité? Etait-elle tout entière dans l'air? Certainement non, puisque ses limites extrêmes de température sont moindres que ceux de la surface du sol, et que sa grande dilatabilité exige comparativement très peu de chaleur pour se produire. Ne doit-on pas croire qu'elle avait été absorbée, en grande partie, par la terre sous la forme de mouvement, et par conséquent insensible au thermomètre?

Tels sont les principaux fondements de l'hypothèse que nous avons osé proposer, que nous voyons d'accord avec les théories thermodynamiques et sans aucune opposition à l'égard des faits scientifiques les mieux établis. En attendant que des nouvelles expériences la confirment ou la reversent, nous admettons dans la terre, non seulement un état permanent de dilatation dont l'intensité change avec la latitude à cause de l'action constante du soleil qui en est l'origine, mais aussi des modifications intermittentes de cet état moyen, dont les unes seraient produites par les changements de position du soleil dans les différentes saisons, et les autres par son action variable et intermittente pendant le cours du jour et de la nuit. Les premières modifications expliqueraient les maxima et les minima des pressions atmosphériques moyennes, lesquels, comme on le sait, arrivent respectivement dans les mois les plus froids et les plus chauds de l'année, c'est-à-dire, dans les époques où d'après notre théorie, la surface de la terre, pour chaque lieu, doit être respectivement plus contractée et plus dilatée. Les secondes donneraient l'explication des oscillations diurnes et régulières de la même pression atmosphérique, lesquelles n'avaient été expliquées, jusqu'à présent, que d'une manière vague et imparfaite par les variations de température de l'air; et que, ainsi qu'on le verra dans la section suivante, nous sommes parvenu à lier, au moyen de notre théorie, par une loi générale applicable à toutes les latitudes.

Mais avant de quitter cette section, examinons la couche invariable sous le point de vue des profondeurs où on la rencontre à différentes latitudes. Si, d'après la loi de Newton, le rayonnement calorifique de la terre se fait proportionnellement à l'excès de chaleur de chacun de ses points, il serait représenté par notre fonction $\frac{1}{e}$ cos. φ, puisqu'elle exprime la chaleur relative qu'ils reçoivent; et nous en déduirons que dans la même relation se trouveraient les quantités de chaleur réellement absorbées par la terre. Mais celles employées à produire sa dilatation étant proportionnelles à $\frac{1}{e}$ cos.^{3} φ, la différence $\frac{1}{e}$ cos. φ sin.^{2} φ des deux fonctions exprimerait les quantités de chaleur restantes ou libres. Cette différence est représentée graphiquement par notre courbe de la fig. 5e, laquelle a des minima à 0° et à 90° et des maxima vers 45° de latitude.

Voyons maintenant si les faits s'accordent avec ces indications de la théorie, et à cet effet, arrêtons-nous un instant sur les observations qui nous sont connues des profondeurs légèrement différentes de la couche invariable. A Popayan, Quito et autres lieux voisins de l'équateur, généralement très élevés sur le niveau de la mer, M. Boussingault trouva la couche invariable à environ 0^{m}5. A Paris, dont la latitude est de 48° 50′, elle se trouve à 28^m, sa température constante étant de 11°.8, ou un degré supérieur à la moyenne 10°.8 de l'air. * Finalement, des observations de MM. Erman et Schergin, faites à différentes profondeurs par 62° de latitude, on déduit que la température de −8°.7, aussi un degré supérieur à celle de l'air, se rencontrerait à environ 7^m au-dessous de la surface du sol.

Ces nombres semblent indiquer des minima et des maxima de profondeur vers les mêmes points où la courbe indique des minima et des maxima de chaleur libre. Une telle coïncidence nous porte donc à croire que ces quantités de chaleur, pénétrant plus

* D'après l'ensemble d'observations, la température moyenne de l'air à l'équateur est de 27°5 au niveau de la mer. Notre théorie la ferait, donc, $\frac{27,5}{e}$ cos. φ ou à très peu près, de 27,5 cos. ^{2} φ, pour la latitude φ; et ces formules, appliquées à la latitude de Paris, donnent 11°.9, qui est presque la température de la couche invariable, et un peu plus grande que la moyenne de l'air.

profondément dans la terre, pourraient produire des dilatations anormales du sol, ou des échauffements irréguliers de l'air. Elles serviraient peut-être à expliquer, du moins en partie, les troubles de l'équilibre de la mer et de l'atmosphère, qui sont si fréquents dans les latitudes moyennes.

OSCILLATIONS DIURNES ET RÉGULIÈRES

DE LA PRESSION ATMOSPHÉRIQUE.—CONCLUSION.

Dans cette section nous allons nous occuper d'un phénomène qui est général pour toute la terre, mais dont l'intensité change beaucoup avec la latitude.

On sait que dans toute la zone intertropicale, et spécialement aux environs de l'équateur, les variations diurnes du baromètre ont lieu avec une telle régularité, que Humboldt croyait qu'il était presque possible d'assigner l'heure du jour au moyen de la connaissance des indications de cet instrument. Les variations brusques ou accidentelles sont, au contraire, excessivement rares et de très peu d'étendue, ne dépassant jamais quelques millimètres.

La régularité de ces phénomènes disparaît peu à peu de l'équateur vers les pôles, les oscillations diurnes devenant de plus en plus petites et les accidentelles de plus en plus considérables et fréquentes. Dans les latitudes de l'Europe centrale, et même de la méridionale, la marche de la pression atmosphérique est, pour ainsi dire, renversée: les oscillations brusques se font dans ces latitudes tellement prépondérantes, qu'il devient difficile d'apprécier les variations diurnes, déjà assez petites et presque masquées par les variations accidentelles de la colonne barométrique. A Paris on a vu le baromètre descendre, pendant la même année, de 781^{mm} à 719^{mm}, c'est-à-dire, signaler une oscillation irrégulière de 62 millimètres, tandis que l'oscillation diurne et régulière est, en moyenne, inférieure à un millimètre.

Mais si les amplitudes de l'oscillation régulière décroissent assez rapidement de l'équateur aux pôles, les heures critiques, ou celles des maxima et des minima de la pression atmosphéri-

que, restent partout presque invariables. Le baromètre a un premier maximum vers 9 heures du matin, et commence ensuite à descendre jusqu'à 3 heures ou 4 heures de l'après-midi, où il arrive à son minimum. Depuis cet instant, la colonne barométrique monte de nouveau jusqu'à environ 10 heures ou 11 heures du soir, époque de sont second maximum, et d'où recommence sa marche descendante pour atteindre un second minimum vers 3 heures ou 4 heures du matin. Après cette heure, le baromètre remonte encore vers le maximum de 9 heures du matin.

Quoique ces oscillations de la pression atmosphérique soient parfaitement connues de tout le monde, nous avons cru convenable de les rappeler afin de nous mettre d'accord avec nos lecteurs à l'égard des noms à l'aide desquels nous allons distinguer les différentes périodes des oscillations et la marche alternativement montante et descendante de la colonne barométrique. Nous appellerons période *du midi* le temps écoulé entre le maximum de 9 heures du matin et le minimum de 4 heures du soir, et oscillation *du midi* la différence correspondante des indications barométriques à ces instants. La durée qui s'écoule entre ce minimum et le second maximum de 10 heures du soir, ainsi que l'oscillation correspondante, seront désignées respectivement par période et oscillation *du soir*. Entre ce second maximum et le second minimum de 4 heures du matin, nous appellerons période et oscillation *de minuit* le temps écoule et la différence respective de hauteur barométrique. Finalement, nous emploierons les noms de période et oscillation *du matin* pour désigner les mêmes éléments entre le second minimum et le maximum de 9 heures du matin.

Les amplitudes des oscillations des deux dernières périodes ne sont pas bien connues dans les hautes latitudes, ce qui tient probablement, tant à leur petitesse qu'à la difficultée de les apercevoir entre les variations accidentelles du baromètre, et peut-être aussi à cause de ce qu'on n'observe généralement cet instrument pendant la nuit. Nous tâcherons plus loin de calculer leurs valeurs, prenant pour point de départ les oscillations mieux connues du midi et même du soir, lesquelles sont d'ailleurs plus considérables et plus intéressantes sous notre point de vue.

Ces variations périodiques et régulières de la pression atmosphérique ont été expliquées jusqu'à présent par l'action de la chaleur solaire sur l'atmosphère. D'après cette théorie, l'air échauffé par le soleil devient spécifiquement plus léger que les couches ou colonnes atmosphériques dont les températures sont plus basses. Alors la colonne plus chaude, nécessairement dilatée en même temps que pressée par les plus froides, prend un mouvement ascensionnel dû à la double action de ces deux causes, d'où résulte une diminution de son poids et, par conséquent, celle de la colonne barométrique qui l'équilibre. Au contraire, le refroidissement d'une colonne d'air la fera plus dense par rapport aux colonnes environnantes, et elle descendra, produisant ainsi une augmentation de la pression atmosphérique et de l'indication correspondante du baromètre.

Cette doctrine a à son appui le fait remarquable de ce que généralement la température de l'air est plus grande lorsque la colonne barométrique est plus petite, et *vice-versa.* En effet, c'est vers 3 heures de l'après-midi que le thermomètre indique le maximum de température de l'air, et c'est aussi vers le même instant, ou un peu plus tard, que le baromètre signale le minimum de pression atmosphérique. Quelques heures avant et après celle de ces indications extrêmes, les deux instruments ont une marche inverse, c'est-à-dire, que l'un monte lorsque l'autre descend, et que le premier descend lorsque le second monte.

Afin de mieux apprécier la marche relative de la température et de la pression, nous allons nous servir des observations thermométriques et barométriques faites à l'Observatoire Météorologique central de Mexico, où il y a quatre ans que l'on enregistre les indications de tous les instruments météorologiques, d'heure en heure, tant pendant le jour que pendant la nuit. * Dans la table suivante sont consignées les moyennes horaires, que nous

* C'est à l'énergique initiative de M. le général Riva Palacio, lorsqu'il était ministre des Travaux Publics au Mexique, que l'on doit la fondation de cet utile établissement, lequel est aujourd'hui en rapport avec les autres du même genre du pays et de l'étranger. M. Riva Palacio a aussi rétabli l'Observatoire astronomique national qui avait été détruit lors de l'occupation de la capitale par les troupes étrangères pendant la guerre d'intervention.

devons à l'obligeance de M. Mariano Barcena, directeur de l'Observatoire, et qui se rapportent aux trois ans compris du 1er janvier 1878 au 31 décembre 1880. Les moyennes annuelles sont 15° 7 pour la température et 586mm.75 pour la pression atmosphérique.

Heures	Températures	Pressions	Heures	Températures	Pressions
Minuit	13°3	mm 587.18	Midi	19°5	586.88
1	12.8	6.96	1	20.6	6.27
2	12.3	6.78	2	21.3	5.65
3	11.9	6.66	3	21.4	5.28
4	11.5	6.70	4	20.9	5.19
5	11.2	6.90	5	19.8	5.40
6	11.1	7.21	6	18.3	5.77
7	11.9	7.54	7	17.0	6.19
8	13.4	7.81	8	16.0	6.69
9	15.0	7.93	9	15.2	7.10
10	16.9	7.80	10	14.5	7.32
11	18.2	7.43	11	13.9	7.30
Midi	19.5	586.88	Minuit	13.3	587.18

Notre figure 6e représente graphiquement les nombres de cette table. La ligne continue est la courbe des températures, et celle de points la courbe des pressions, toutes les deux ayant les heures pour abscisses, et respectivement les hauteurs des colonnes thermométrique et barométrique pour ordonnées. Dans la première la variation de chaque degré centigrade est représentée par un millimètre; et dans la seconde la variation d'un millimètre de pression a été faite cinq fois plus grande afin de rendre plus perceptibles les oscillations de la colonne barométrique. Les droites *tt'* et *bb'* indiquent respectivement la température et la pression moyennes.

A la différence d'amplitude des oscillations près, la figure générale et les principales sinuosités de ces courbes sont presque les mêmes pour tous les lieux du globe; et, ainsi que nous l'avons dit, on peut voir que la coïncidence du maximum de la température et du minimum de la pression de l'air, vers 3h ou 4h du soir

est presque parfaite. Mais on doit remarquer en même temps que le cours divergent des deux courbes n'a véritablement lieu que pendant la présence du soleil sur l'horizon; et que pendant la nuit elles conservent une espèce de parallélisme, ses minima du point du jour arrivant à peu près à la même heure, et montant ensemble depuis ce moment jusqu'au maximum barométrique de 9ʰ du matin. C'est à partir de cette dernière heure que la courbe des pressions commence à descendre, tandis que celle

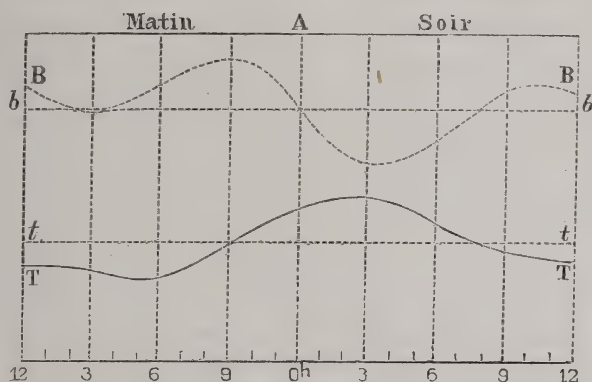


Fig. 6

des températures continue sa marche ascendante. On comprendra donc que le fondement de l'explication qu'on a donnée des oscillations du baromètre, c'est-à-dire, la marche inverse des températures et des pressions de l'air, n'est rigoureusement vrai que vers les indications extrêmes de l'après-midi, ou tout au plus pour les périodes du midi et du soir; qu'il est moins satisfaisant pour le maximum barométrique de 9ʰ du matin, lequel ne coïncide avec aucun minimum thermométrique; et qu'il n'est pas satisfaisant du tout pendant la nuit et une partie du matin.

Mais, en outre, si l'oscillation diurne du baromètre est uniquement produite par l'action de la chaleur sur l'atmosphère, comment se fait-il qu'elle se manifeste avec tant de régularité et d'une manière si intense dans la zone intertropicale, c'est-à-dire, là où est si uniforme la température de l'air? Et, au contraire, comment est-ce que dans les pays les plus éloignés de l'équa-

teur, où les alternatives de chaleur et de froid sont si considérables, elle est tellement petite qu'elle devient à peine perceptible entre les variations accidentelles du baromètre? Dans les régions septentrionales, les commotions de l'atmosphère donnent lieu à des grandes perturbations dans les indications du baromètre au moyen desquelles on est même arrivé à prédire l'état futur du temps; tandis que dans les régions équatoriales, les tempêtes, les orages et les autres troubles de l'équilibre atmosphérique, restent presque inaperçus pour le baromètre, lequel, même au milieu de ces circonstances, ne signale pas moins l'oscillation périodique, presque sans altération d'importance. Comment donc serait-il possible d'accepter l'action solaire sur l'atmosphère comme la seule et unique cause productrice de phénomènes si contraires, et surtout, au milieu de conditions où l'on devrait s'attendre à des résultats précisément opposés à ceux que l'on observe?

Les échauffements et les refroidissements successifs d'une colonne d'air, ne sont à eux seuls suffisants pour expliquer les variations de son poids, puisque les expansions et les contractions qui en sont les conséquences immédiates ne changent pas la quantité de matière qu'elle contenait. Il faut donc recourir à la formation de courants provoqués par les différences de température, lesquels sons d'ailleurs parfaitement d'accord avec les lois observées dans l'échauffement des gaz, et avec la mobilité moléculaire qui les caractérise; mais est-ce qu'on a constaté quelque part l'existence de ces courants? Dans les environs de l'équateur ils devraient être pourtant assez sensibles, attendu l'effet considérable qu'ils sont censés produire, spécialement lors de l'oscillation du midi, et partout caractérisés par sa constance, sa périodicité et ses directions à certaines heures du matin et du soir, où le baromètre monte ou descend avec une grande rapidité.

Nous comprenons très bien que quelques-unes des objections que nous élevons contre la théorie de l'action de la chaleur sur l'atmosphère pour expliquer les oscillations régulières de sa pression, seraient également applicables à la nôtre, qui est celle de l'action solaire sur la terre; mais il y en a d'autres dont elle

est libre, à notre avis, et même celles qui peuvent lui être appliquées n'ont réellement de force que tant qu'on admettra que les lois de l'échauffement de l'air sont les mêmes que celles de l'échauffement du sol, malgré la différence énorme de leurs pouvoirs diathermanes, et malgré les fondements de notre opinion à l'égard des différentes manières dont la chaleur agit comme cause du véritable échauffement, et comme cause de la dilatabilité. Nous n'avons certainement le droit de nier à l'atmosphère la participation qu'elle peut avoir à la production du phénomène des oscillations régulières du baromètre; nous croyons, au contraire, que les faits tels qu'on les observe proviennent peut-être de la double influence de la chaleur sur l'air et sur la terre; mais nos vues à l'égard de son action intermittente comme agent de dilatation, nous portent à admettre que la dernière est la plus considérable. Nous allons donc essayer d'expliquer les oscillations par le seul effet des dilatations et des contractions successives de la surface du sol, lequel, en s'élevant, donnerait lieu naturellement à une diminution de pression atmosphérique, puisque la colonne d'air qui gravite sur lui deviendrait ainsi réellement moindre d'une quantité égale à cette élévation, et en se contractant, recevrait le poids de la colonne additionnelle d'air dont la hauteur serait égale à celle de l'affaissement du sol. L'élimination de l'action atmosphérique ne signifie pas, nous le répétons, la négation de son influence, laquelle ne coïncide peut-être pas avec celle de la terre, quant aux effets maxima et minima; mais on peut regarder ceux-ci comme provenant des deux causes, chacune desquelles agirait avec l'intensité qui lui est propre; et le fait final comme le résultat d'une seule cause différentielle dont l'intensité serait égale à la différence d'intensité des primitives.

Dans notre première section nous avons trouvé que la dilatation à l'équateur étant prise pour unité, celle d'un lieu dont la latitude es φ, serait donnée par l'équation:

$$\frac{d\,r}{d\,a} = \frac{\cos.^3 \varphi}{e}$$

Cherchons maintenant le lieu qui, d'après notre théorie, doit exister entre les élévations et dépressions du sol, produites par

sa dilatabilité, et les oscillations correspondantes du baromètre. A cet effet, réfléchissons que les premières ne sont pas autre chose que des différences de niveau mesurables avec le baromètre; et que, par conséquent, nous pourrons employer une formule quelconque de nivellement barométrique. Cependant, puisque dans le cas actuel la différence maximum de niveau 2 dr doit être toujours petite, nous emploierons la formule plus simple:

$$n = 3995 \, D \frac{(B + b)\,(B - b)}{B\,b}$$

que nous avons développée dans notre *Traité de Topographie, Géodésie et Astronomie* (vol. 1, pag. 520), et qui est applicable avec succès jusqu'à environ 1000 mètres de différence de niveau. Dans cette formule n représente la différence de niveau, ou $2dr$ dans notre cas; B la hauteur de la colonne barométrique à la station inférieure; b la même indication à la station supérieure; et D le coefficient qui dépend de la température moyenne de l'air entre les deux stations. Cette température étant θ, on a $D = 1 + 0.004\theta$, de manière que sa valeur différant très peu de 1, peut être prise égale à 1 lorsqu'il ne s'agit que de petites différences de niveau. Cependant, pour plus de précision et pour simplifier le calcul, nous adopterons:

$$d\,r = 2000 \frac{(B + b)\,(B - b)}{B\,b}$$

Si maintenant, nous désignons par ω l'oscillation régulière du baromètre dans un lieu du globe dont le rayon terrestre est r, et par β la hauteur moyenne de la colonne barométrique, nous aurons que, dans les instants de la plus grande contraction et de la plus grande dilatation du sol, le baromètre indiquera respectivement:

$$B = \beta + \frac{1}{2}\omega \qquad\qquad b = \beta - \frac{1}{2}\omega$$

d'où l'on déduit:

$$B + b = 2\,\beta, \qquad B - b = \omega, \qquad B\,b = \beta^2 - \frac{1}{4}\omega^2$$

L'oscillation barométrique n'étant, même à l'équateur, que de quelques millimètres, le terme $\frac{1}{4}\,\omega^2$ est toujours excessivement

petit, et l'on peut le négliger sans erreur sensible. Notre formule deviendra donc, par la substitution de ces valeurs:

$$d\,r = 4000\,\frac{\omega}{\beta}$$

et cette équation établira le lieu que nous cherchions entre les oscillations du sol et celles du baromètre. *

Désignons, maintenant, par Δ l'oscillation barométrique à l'équateur au niveau de la mer, et lorsque la hauteur moyenne du baromètre est A. La formule serait dans ce cas:

$$d\,a = 4000\,\frac{\triangle}{\mathrm{A}}$$

et sa relation avec la première:

$$\frac{d\,r}{d\,a} = \frac{\mathrm{A}\,\omega}{\beta\,\triangle}$$

Mais nous avions trouvé $\frac{dr}{da} = \frac{\cos.^3 \varphi}{e}$, et en conséquence, on aura finalement:

$$\omega = \triangle\,\frac{\beta \cos.^3 \varphi}{\mathrm{A}\,e}$$

équation qui servira à calculer l'oscillation barométrique pour un lieu de latitude φ, connaissant celle qui correspond à l'équateur on *vice versa.* Elle établit, en même temps, la loi de variation de ce phénomène de l'équateur aux pôles si d'après notre théorie, il est produit par les contractions et dilatations successives de la surface du sol.

Poursuivant le plan que nous nous sommes tracé, passons maintenant à comparer le résultat de la théorie avec les faits

* La formule de M. Babinet, savoir:

$$n = 16000\,\mathrm{D}\,\frac{\mathrm{B} - b}{\mathrm{B} + b}$$

donnera le même résultat très brièvement. Faisant, en effet, $\mathrm{D} = 1$, et mettant les valeurs de $\mathrm{B} - b$ et de $\mathrm{B} + b$, on trouve immédiatement:

$$n = 2\,d\,r = 8000\,\frac{\omega}{\beta}$$

observés; et à cet effet, nous nous servirons des nombres suivants que nous empruntons au *Traité de Physique* de M. Pouillet, ** les seuls complets que nous connaissions, et qui montrent les oscillations régulières du baromètre correspondantes à la période de midi, observées depuis les environs de l'équateur jusqu'au delà du cercle polaire. Nous les avons arrangés par l'ordre croissant des latitudes, en leur ajoutant les observations de Mexico et celles que nous avons fait à Guatemala.

Malheureusement le quatrième de ces nombres, qui serait si intéressant pour calculer l'oscillation équatoriale, embrasse des

Lieux	Latitudes	Altitudes	Oscillations
Quito	00° 00′	2908^m	mm 2.82
Bogota	4 35 N	2660	2.39
Paita	5 00 S	00	3.40
Amérique équatoriale	De 23° N à 12° S	De 0^m á 3000	2.55
La Guaira	10 36 N	00	2.44
Guatemala	14 38 N	1500	2.27
Mexico	19 26 N	2260	2.74
Rio-Janeiro	22 54 S	....	2.34
Las Palmas	28 00 N	....	1.10
Le Caire	30 3 N	....	1.75
Marseille	43 18 N	....	0.72
Toulouse	43 34 N	....	1.20
Chambéry	45 34 N	274	1.00
Clermont-Ferrand	45 46 N	410	0.94
Strasbourg	48 34 N	....	0.80
Paris	48 50 N	....	0.76
La Chapelle	49 55 N	....	0.36
Kœnigsberg	54 42 N	....	0.20
....	74 00 N	....	0,00

limites très étendus en latitude et en altitude sur le niveau de la mer. Afin de pouvoir l'utiliser, nous sommes donc obligé d'adopter 5°30′ pou latitude moyenne et 1500^m d'altitude, ou

** Traduction mexicaine, vol. II, page 280.

soit 631^{mm} de pression barométrique moyenne. Parmi les autres il y en a quelques-uns qui ne sont pas accompagnés de l'altitude à laquelle les observations ont été faits, ou de la hauteur barométrique correspondante.

Notre formule donnant:

$$\triangle = \omega \frac{A\ e}{\beta \cos.^3 \varphi}$$

nous servira à calculer la valeur de l'oscillation équatoriale au moyen de toutes les observations faites entre les tropiques, où elle varie très peu avec la latitude. Prenant $A = 758^{mm}$, qui est la pression moyenne à l'équateur, et les valeurs de β et φ correspondantes à chaque lieu d'observation, nous trouvons les résultats suivants:

Lieux	φ	β	Δ
		mm	mm
Quito	00°00′	527	4.05
Bogotá	4 35	544	3.36
Paita	5 00	760	3.43
Amérique équatoriale	5 30	631	3.11
Le Guaira	10 36	760	2.56
Guatemala	14 28	640	3.74
Mexico	19 26	587	4.47
Rio-Janeiro	22 54	760	2.99
		Moyenne Δ =	3.46 mm

Avec cette valeur moyenne de Δ, de laquelle dépendent celles de ω pour toutes les latitudes, nous pourrons maintenant calculer les oscillations du midi pour tous les lieux où elles ont été observées, afin de comparer les résultats du calcul de notre formule à ceux des observations directes, et voir ainsi jusqu'à quel point la théorie est capable de représenter les faits.

Nous aurons donc:

$$\omega = \triangle \frac{\beta \cos.^3 \varphi}{A\ e}$$

et pour chaque lieu nous emploierons la valeur de β qui correspond à son altitude sur le niveau de la mer. Dans le cas où ce dernier élément n'est pas donné dans la table de M. Pouillet, nous avons adopté une pression moyenne de 761^{mm} pour les lieux situés au niveau de la mer, qui est celle qui correspond aux latitudes de 40° à 60°. Pour Paris, Strasbourg, Chambéry, nous avons pris $\beta = 756^{mm}$.

La table suivante montre les résultats du calcul à côte de ceux de l'observation et sa dernière colonne les différences *o* — *c* entre les deux.

Lieux	β	Oscillation		O — C
		Observée	Calculée	
	mm	mm	mm	mm
Quito	527	2.82	2.40	+ 0.42
Bogotá	544	2.39	2.43	— 0.04
Paita	760	3.40	3.38	+ 0.02
Amérique équatoriale	631	2.55	2.81	— 0.26
La Guaira	760	2.44	3.24	— 0.80
Guatemala	640	2.27	2.54	— 0.27
Mexico	587	2.74	2.12	+ 0.62
Rio-Janeiro	760	2.34	2.46	— 0.12
Las Palmas	760	1.10	2.11	— 1.01
Le Caire	761	1.75	1.94	— 0.19
Marseille	761	0.72	0.96	— 0.24
Toulouse	756	1.20	0.94	+ 0.26
Chambéry	734	1.00	0.81	+ 0.19
Clermont-Ferrand	720	0.94	0.78	+ 0.16
Strasbourg	756	0.80	0.67	+ 0.13
Paris	756	0.76	0.66	+ 0.10
La Chapelle	756	0.36	0.59	— 0.23
Kœnigsberg	756	0.20	0.38	— 0.18
....	760	0.00	0.02	— 0.02

La petitesse générale des différences *o* — *c* et la diversité de leurs signes, font voir que le calcul et l'observation s'accordent entre eux autant qu'il était possible de l'espérer. La moyenne + 0.24 des différences positives et celle — 0.31 des différences

négatives, donnent dans l'ensemble des observations une discordance moyenne inférieure à — 0.08. Nous croyons donc qu'on ne saurait pas s'attendre à un accord plus parfait entre l'expression théorique et abstraite d'un phénomène et son accomplissement réel plus ou moins influencé par des irrégularités ou perturbations locales.

Ces influences, à notre avis, se présentent spécialement á l'intérieur des continents et en général, d'une manière plus saillante dans les pays très élevés sur le niveau des mers. Ainsi, par exemple, les valeurs les plus grandes de l'oscillation équatoriale Δ ont été fournies par les observations de Quito et de Mexico, tandis que celles de La Guaira et de Rio-Janeiro ont donné les plus petites. Un effet différentiel, se ferait-il sentir, dans le sens vertical sur une masse élevée de terrain, de manière à rendre la dilatation plus considérable qu'elle ne le serait au niveau de la mer sous la même latitude? La végétation plus ou moins abondante pourrait-elle produire une modification analogue du phénomène général? Nous ignorons les conditions où, à cet égard, se trouve la ville de Quito; mais quant à celles de Mexico, nous pouvons dire que cette capitale est située presque au centre du haut plateau d'Anahuac, lequel est caractérise par une végétation peu abondante, pauvre en feuillage et composée principalement de différentes espèces de cactées. A cette hauteur l'air contient généralement peu d'humidité et les terres très sèches de ces immenses plaines sont exposées presque sans défense aux rayons du soleil, dont la chaleur doit produire, en conséquence, des effets plus considérables qu'elle ne les produirait au milieu d'autres circonstances. L'étude de ces diverses influences sur le phénomène des oscillations régulières du baromètre offrirait donc, au Mexique, un intérêt spécial; et nous osons engager les physiciens et les météorologistes de notre pays à l'entreprendre, comme propre à jeter beaucoup de lumière sur les causes modificatrices qui doivent l'influencer. Entre la capitale et le Golfe, dans une distance de 300 à 400 kilomètres, presque sur le même parallèle de latitude, ils pourraient faire leurs observations comparatives en tirant avantage de la grande altitude du volcan Popocatepetl, laquelle dépasse 5.000 mètres.

On sait, d'ailleurs, que l'influence des continents sur la marche du baromètre a été généralement reconnue, et que celle-ci paraît être toujours plus régulière dans les îles et au niveau de la mer. Notre théorie devait s'attendre à ce fait, puisque l'homogénéité des eaux, devant rendre leur dilatation plus régulière que celle des terres, les oscillations correspondantes du baromètre seraient dans la mer et à égalité de toutes les autres circonstances, moins sujettes à des perturbations locales qu'à l'intérieur des continents. Il doit être, cependant, bien entendu que la régularité dont nous parlons n'est que simplement relative à l'homogénéité et à la plus grande indépendance des causes extérieures; mais que la dilatabilité de l'eau est elle-même assez irrégulière. En effet, des expériences récentes faites à Washington par M. Hubbard, nous prendrons les nombres suivants qui expriment les volumes de l'eau salée de l'Océan soumise à différentes températures, le volume qu'elle avait à 15°6 étant pris pour unité.

Temp.	Volumes	Temp.	Volumes
4°4	0.99823	48°9	1.01218
15.6	1.00000	60.0	1.01804
26.7	1.00309	71.1	1.02460
37.8	1.00716	82.2	1.03192
48.9	1.01218	93.3	1.03993

Par ces observations on voit que le coefficient de dilatation cubique de l'eau de mer a des valeurs croissantes avec la température, et que dans les limites des nombres précédents, il varie de 0.00016 à 0.00072, sa valeur moyenne étant d'environ 0.00047.

Puisque nous nous sommes occupé, par incident, de la dilatation de l'eau, nous ne quitterons pas ce sujet avant d'avoir fait quelques réflexions qui nous semblent dignes d'attention, et propres pour appuyer nos idées sur les soulèvements et affaissements successifs du sol par l'action de la chaleur à différentes heures du jour et de la nuit. Les observations que nous venons de citer indiquent que la dilatation de l'eau de la mer est très

considérable, et d'autre part l'expérience nous apprend que la chaleur solaire pénètre dans l'Océan à une grande profondeur. * Cette chaleur agit d'une manière très variable dans le cours de la journée, puisque de l'horizon au zénith son intensité croît suivant la relation $\frac{1}{e}$ cos. φ, dans laquelle φ représente, dans ce cas, la distance zénithale du soleil. La loi de variation est donc très rapide, et son effet très persistant aux environs de midi, c'est-à-dire, lorsque son intensité est la plus forte. La dilatation des eaux doit éprouver, en conséquence, des variations considérables, et les variations correspondantes de leur volume se feraient sentir dans les rivages par des élévations et dépressions du niveau de la mer, si les côtes elles-mêmes restaient immobiles, c'est-à-dire, si le sol ne suivait à peu près le même mouvement.

L'eau est probablement plus dilatable que la terre; mais nous croyons que, quant à l'effet final, il y a une certaine compensation due à ce que l'eau étant plus diathermane que le sol, s'échauffe et se refroidit moins que lui, et, à ce que sa grande mobilité facilite la formation de courants dans lesquels se résout une partie de sa dilatation. Cependant, si l'on étudiait attentivement les marées sous le point de vue de l'influence de la chaleur, et spécialement les différences entre les prédictions de ce phénomène et les faits tels qu'ils ont lieu, on remarquerait peut-être des manifestations d'un effet différentiel entre les dilatations des terres et des mers.

Quelques changements du niveau de la mer par rapport aux côtes ont été d'ailleurs observés assez souvent, et attribués aux différences de la pression atmosphérique. Dans la météorologie de M. Kaemtz nous avons trouvé la note suivante: «La «pression atmosphérique exerce une influence sur le niveau mo«yen des mers; ce niveau, qui s'obtient en prenant le milieu entre «deux pleines mers consécutives et la hauteur de la basse mer «intermédiaire, était regardé généralement comme constant. «Mais M. Daussy, en comparant entre elles les observations de

* Les observations faites dans les mers tropicales montrent que la température de l'eau à la surface étant de 28° à 30°, on trouve encore environ 6° à la profondeur de 500 brasses.

«Brest, a vu qu'il ne l'était pas et que ce niveau moyen variait «suivant la pression barométrique.» Après ce paragraphe, l'auteur donne une table de comparaisons, laquelle fait voir, par ses nombres extrêmes, que 20 millimètres de différence de pression correspondent à 840 de différence de hauteur de la mer.

Des effets différentiels ont été donc remarqués, mais nous ne pouvons admettre l'explication qu'on leur donne. D'après celle-ci, une partie de la masse atmosphérique dont les limites supérieures sont indéfinies, et malgré sa légèreté, sa complète mobilité et la parfaite élasticité de ses particules a été capable de produire la dépression d'un fluide qui n'est élastique ni compressible, et qui est obligé de ne jamais sortir des limites que lui signalent les côtes. Quelle est donc la force qui, dans le reste de la masse d'air, peut s'opposer à la transmission latérale d'une telle augmentation de la pression de la colonne atmosphérique dont le poids est capable de déprimer l'Océan? Au lieu de dire que la différence de pression de l'air modifie la hauteur du niveau moyen de la mer, ne semblerait-il plus compréhensible d'exprimer que les différences de hauteur de la mer, quelle que soit, d'ailleurs, la cause qui les produit, donnent lieu à des modifications correspondantes dans la pression atmosphérique?

Mais revenons à notre sujet principal des oscillations régulières du baromètre. Si nous avions le droit de les supposer produites en totalité par le seul effet des dilatations et des contractions successives de la surface terrestre, ou si nous nous croyions avec un titre suffisant à l'acquisition d'un tel droit, par le fait de l'accord remarquable entre les oscillations calculées par notre théorie et celles qui ont été fournies par l'observation, il nous serait très facile de calculer les maxima des renflements et des dépressions du sol pour une latitude quelconque. En effet, nos formules précédentes donnent:

$$d\,a = 4000\,\frac{\Delta}{A} \qquad\qquad d\,r = \frac{\cos.^3 \varphi}{e}\,d\,a$$

la première servant à calculer le renflement maximum à l'équateur et la seconde celui qui correspond à la latitude de φ.

Sans rien affirmer à l'égard de la grandeur réelle de ces mou-

vements du sol, nous allons, cependant, faire le calcul, ne fût-ce qu'afin d'acquérir une idée des valeurs qu'ils devraient avoir pour produire, à eux seuls, le phénomène des oscillations barométriques. La connaissance de ces mêmes grandeurs pourrait aussi servir de point de départ pour des nouvelles recherches, et pour imaginer des nouvelles expériences capables de confirmer ou de corriger nos résultats provisoires.

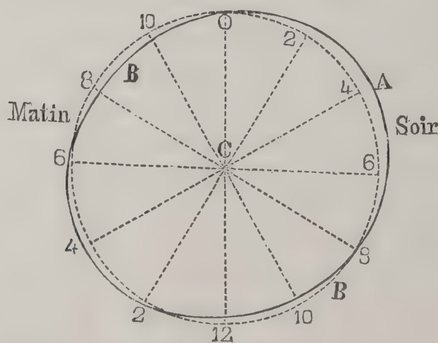
La table suivante fait voir ces résultats de calcul.

ϕ	dr	Diff.	ϕ	dr	Diff.	ϕ	dr	Diff.
	m	m		m	m		m	m
00°	18.258		30°	10.288		60°	1.158	
10°	17.179	1.079	40°	6.308	3.980	70°	0.259	0.899
20°	14.241	2.938	50°	3.139	3.169	80°	0.018	0.241
30°	10.288	3.953	60°	1.158	1.981	90°	0.000	0.018

Les nombres ci-dessus et spécialement ceux qui se rapportent à la région équatoriale doivent paraître trop grands comme expressions d'un mouvement vertical du sol, et d'autant plus qu'ils n'expriment que la moitié de l'oscillation ou amplitude totale de ce mouvement. Rien, en effet, ne semble le dénoncer, et soit à cause du manque de points de repère, soit à cause de l'habitude où l'on est de considérer comme parfaitement stable tout ce qui a une relation quelconque avec la partie solide du globe, le fait est que l'esprit a toujours refusé d'admettre la cessation de cette stabilité, sans des preuves très perceptibles à nos sens. La matière morte ou inorganique a été longtemps regardée comme absolument dépourvue de toute espèce d'activité ou rigoureusement inerte; et cependant on sait aujourd'hui qu'elle est, au contraire, dans un état perpétuel d'activité, sous l'influence des affinités et des réactions chimiques ou sous celles de la chaleur, de l'électricité, etc. Et, d'autre part, le mouvement vertical de la surface terrestre, toujours très petit par rapport à l'immense étendue où il doit se produire, est-il plus incompréhensible que sa soustraction a une propriété générale de la matière, comme l'est la dilatabilité?

Voici, d'ailleurs, comment nous concevons les oscillations du

sol par rappor à son état moyen, quelles que soient leurs amplitudes, et comment elles s'accorderaient avec les correspondantes du baromètre. Les substances composantes de la surface de la terre, douées d'une mobilité suffisante, cédent au bout d'un certain temps à l'action continuelle de la chaleur du soleil et se renflent en élevant leur surface par rapport aux substances qui se trouvent à 90° de distance sur la limite de l'hémisphère éclairé. Celles-ci sont, en même temps, comprimées par le minimum de l'influence solaire, de maniére que l'hémisphère que, dans un instant donné, a le soleil *S* (fig. 7ᵉ) sur son horizon, présente un point culminant *A*, depuis lequel la surface descend graduellement jusqu'au cercle limite *BB′* dont les points sont, au contraire, déprimés. Cette dépression produirait à son tour, par la mobilité ou la compressibilité des matières terrestres, une élévation très petite vers le point diamétralement opposé au culminant *A*, et il en résulte qu'on aurait simultanément deux parties plus élevées, quoique à un degré très différent, et deux autres plus déprimées que la surface moyenne de la terre, de la même manière que se produisent les marées en deux régions opposées du globe. Le point culminant *A* suit le soleil à environ 4 heures de distance: c'est celui-ci qui donne lieu aux minima barométriques; et les points les plus déprimés, distants d'environ 90° ou à peu près 6 heures du culminant, produisent les maxima de la pression atmosphérique.



Fg. 7

Nous devons avouer que c'est seulement par analogie que nous essayons d'expliquer ainsi la petite élévation opposée à *A*, et qui

répond au minimum de la pointe du jour. Dans une masse fluide ou liquide assez élastique, cet effet de la compression ne nous paraît difficile à concevoir; mais c'est aux savants de juger, si, dans le cas des substances terrestres, elle serait également explicable par un simple mouvement de réaction.

L'oscillation de minuit est, d'ailleurs, très petite par rapport à celle de midi et même à celle du soir. Les moyennes de troit ans d'observations horaires faites à Mexico donnent, pour toutes les oscillations et pour les durées de leurs périodes respectives, les nombres suivants:

Oscillations	Amplitude	Période	Rapport
Du midi.................	mm 2.74	7 heures	1.000
Du soir.................	2.13	6 »	0.777
De minuit...............	0.66	5 »	0.241
Du matin................	1.27	6 »	0.464

Les fractions de la dernière colonne expriment les valeurs des oscillations, celle de midi étant prise pour unité. Si, comme nous le pensons, leurs rapports de grandeur sont à très peu près les mêmes pour toute la terre, ces fractions pourraient servir pour calculer les différentes oscillations, faute de mesures directes, en fonction de celle de midi.

Par les nombres ci-dessus on voit la petitesse de l'oscillation de minuit. Ils ont été employés pour construire notre figure 7e, quoique avec l'exagération nécessaire pour faire perceptibles les élévations et dépressions du sol par rapport au cercle de points qui indique sa position moyenne. Afin de rendre à la courbe ses proportions exactes, il faudrait qu'elle eût été construite sur un cercle de plus de 600 m. de rayon, ses écartements restant des mêmes grandeurs qu'ils ont sur la figure. C'est ainsi qu'elle représenterait réellement la forme que prendrait le parallèle de latitude de Mexico, d'après notre hypothèse; et on comprendra que la déformation devient de plus en plus insensible à mesure qu'augmente la latitude, à cause du décroissement rapide des amplitudes des oscillations barométriques.

Nous mettons fin ici à notre travail thermo-géodésique. Il y a certainement bien d'autres phénomènes qui pourraient lui être rattachés, et dont l'étude attentive lèverait plus d'un doute, éclaircirait plus d'un point obscur; mais malheureusement le temps, les données suffisantes et beaucoup d'autres éléments indispensables nous font défaut pour l'entreprendre. C'est spécialement, nous le répétons, pour demander le concours des savants, que nous avons osé publier nos réflexions sur l'influence que la chaleur solaire nous paraît exercer sur la figure de la terre, tant par son action constante que par son action intermittente. Ils peuvent, d'ailleurs, compter sur notre activité personnelle que nous mettons à leur disposition, et nous osons le dire, aussi sur celle de la jeunesse éclairée de notre pays, et toujours enthousiaste pour la science. Nous suivrons leurs conseils et leurs instructions pour faire les expériences dont ils voudraient bien nous charger, car nous croyons que c'est principalement dans la zone tropicale que ces travaux donneraient des résultats plus sensibles et plus décisifs.

En échange, nous appelons leur attention sur les différents phénomènes mentionnés dans le cours de ce mémoire, et en particulier sur les propriétés échauffantes, dilatatrices et réfrangibles des divers rayons du spectre calorifique du soleil, lesquels ont déjà montré des différences très sensibles dans leurs pouvoirs échauffants. Ces études seraient propres à confirmer ou à combattre nos hypothèses sur les effets non nécessairement simultanés ou proportionnels, de l'échauffement et de la dilatation.

Quant à l'observation d'autres faits naturels nous pourrions signaler celle des marées par comparaison à leurs prédictions; celle des courants marins, et de la propriété singulière que nous croyons remarquer en eux de se diviser pour s'approcher des côtes, en laissant un intervalle parfaitement calme, et presque toujours vers 30° de latitude, comme la mer de *sargasse* à l'Océan Atlantique. Ce dernier fait, ainsi que celui de la *calm belt* au zone des calmes, existant vers la même région, nous semblent, indiquer qu'aux environs du tiers du quadrant, ou soit vers le commencement de la zone extra-tropicale, il se passe quelque chose d'exceptionel, d'anormal, en comparaison des lois générales qui

régissent le reste de la terre. Ils nous ont paru d'autant plus frappants, qu'ils s'accordent mieux aux indications de notre théorie, laquelle signale une dépression relative de la surface terrestre, là précisément où l'on sait exister des parties comparativement calmes de l'Océan et de l'air, des véritables lacs dans la mer et dans l'atmosphère.

Mais c'est surtout de la géodésie et de l'astronomie qu'on doit espérer la détermination practiquement exacte de la véritable figure de la terre. Malheureusement presque tous les travaux exécutés jusqu'à présent n'embrassent que les latitudes moyennes; seulement deux ou trois mesures géodésiques ont été faites aux environs de l'équateur et du cercle polaire; aucune, que nous sachions, vers 30° ou 35° de latitude boréale. Cette dernière serait, pourtant, pleine d'intérêt pour vérifier le résultat obtenu par La Caille dans l'hémisphère sud, et que notre théorie aurait pu prévoir. Nous avons aussi signalé l'importance spéciale du degré du méridien mesuré à la latitude de 54° 44′, comme propre à fournir la longueur du rayon équatorial indépendamment de la valeur de l'excentricité.

L'astronomie compte aujourd'hui sur le puissant auxiliaire de la télégraphie électro-magnétique pour la détermination des différences de longitude; de sorte que les opérations géodésiques executées le long des parallèles sont à présent susceptibles de la même précision que celles des arcs du méridien. Elles constituent probablement le moyen le plus sûr de savoir si la terre est, ou n'est pas, un solide de révolution, et même celui de fournir, dans le premier cas des données précieuses pour la détermination de la figure de sa génératrice.

Le Congrès géographique international de Venise, au sein duquel nous aurons l'honneur de prendre une place, pourrait prêter le concours de sa voix respectable pour attindre ces desiderata de la science. Son vœu, plein d'autorité, serait assurément écouté et secondé par tous les savants et par tous les gouvernements éclairés, et il deviendrait peut-être ainsi la source d'une action simultanée, uniforme quant aux méthodes et moyens d'observations, et délibérée quant au choi des arcs de méridien et de parallèle qui seraient jugés les plus convenables. Cette action

collective s'est déjà montrée spontanément lors de la dernière observation du passage de Vénus, et nous avons, par conséquent, le droit de l'espérer, également efficace et plus uniforme si elle est provoquée par l'initiative d'une assemblée respectable et dirigé vers un but non moins digne d'attention.

Parmi les questions soumisses á la délibération du Congrés, il y a celle d'indiquer quelles nouvelles mesures d'arc de méridien ou d'arc de parallèle faudrait-il faire dans l'intérêt d'une plus exacte connaissance de la figure de la terre et de la déviation de la forme ellipsoïdale approximative généralement acceptée. C'est à titre de fournir quelques documents pour la résolution de cette question importante, que nous avons l'honneur de présenter au Congrès notre travail, dont le résultat général peut être résumé comme il suit:

1º L'ensemble des mesures géodésiques exécutées jusqu'à présent, les moyennes générales des observations barométriques faites au niveau de la mer et celles des oscillations régulières du baromètre, semblent indiquer que l'action de la chaleur solaire n'est pas insensible à la surface du globe, comme cause de dilatation.

2º Les mêmes observations, et quelques autres phénomènes physiques, paraissent d'accord à signaler une dépression de la surface terrestre, vers le tiers du quadrant du méridien, par rapport à la courbure qu'elle devrait avoir si sa génératrice était exactement elliptique.

3º Les oscillations diurnes et régulières de la pression atmosphérique, et leur décroissement de l'équateur aux pôles, seraient explicables par l'action variable du soleil sur le sol; ou en d'autres termes, ce phénomène s'accomplit comme si les alternatives d'échauffement et de refroidissement du sol produisaient des petites élévations et dépressions successives de la surface terrestre, ou soit une légère oscillation dans le sens vertical.

4º La théorie, établie d'une manière abstraite, en harmonie avec les propriétés générales de la matière et qui paraît être vérifiée par l'observation des faits mentionnés, indique que la loi de leur décroissement est celle de la raison directe du cube des cosinus des latitudes et inverse des épaisseurs obliques de l'atmosphère, comptées parallèlement à l'équateur.

5° Il serait à désirer que l'on fît des expériences directes pour tàcher de mesurer la dilatation du sol, et que dans les futurs travaux géodésiques on prît en considération ce même effet de la chaleur.

6° Outre les mesures d'arcs de méridien et de parallèle aux environs de l'équateur et dans les plus hautes latitudes, il serait convenable de mesurer ces arcs entre les latitudes de 30° á 35°, soit comme moyen de vérification des anciens travaux, soit pour la plus exacte détermination de la figure de la terre.

INFORME

SOBRE LA

EXPLORACION HECHA EN LOS TERRENOS DE TULITIC

En la Jurisdiccion
del Distrito de Alatriste perteneciente al Estado de Puebla,

CON EL OBJETO DE ESTUDIAR SUS YACIMIENTOS DE CARBON;

Presentado al Señor Ministro de Fomento

POR EL INGENIERO DE MINAS QUE SUSCRIBE.

Señor Ministro:

De nuevo me cabe la honra de ocupar la ilustrada atencion de vd., presentándole, en el pobre contingente de mi humilde trabajo, el estudio de una localidad, en que las exploraciones sostenidas de la necesidad y de la constancia, descubrieron las huellas de unos yacimientos de carbon, en los que el espíritu de empresa creyó ver un centro de especulacion productiva, y cuyo verdadero valor debia decidirse por un estudio pericial del terreno.

Para su ejecucion, los descubridores solicitaron de vd. la proteccion que de una manera tan eficaz y tan enérgica está impartiendo á todos los ramos susceptibles de impulsar al país por el camino de sus adelantos, entre los que figura la Minería; y vd., al acceder deferente á tan justificada solicitud, se sirvió comisionarme con el objeto mencionado, dispensándome la honra que este depósito de confianza envuelve, y distinguiéndome una vez más con su benevolencia, que me tiene tan justamente obligado.

Hoy disfruto la satisfaccion, Señor Ministro, de rendir á vd. el Informe que es el complemento de mi estudio, que consigna las observaciones hechas, los datos recogidos y los fenómenos examinados, y que constituye el desempeño de la comision á que hago referencia.

El Distrito de Alatriste, uno de los más septentrionales del Estado de Puebla, que en la region del Sur está limitado por el Estado de Tlaxcala, en la del Oeste por el de Hidalgo, en la del Norte por el distrito de Zacatlan, y por los de Tetela y Libres en la del Este, contiene, entre sus principales poblaciones, la de Chignahuapan, que es una de las tres municipalidades en que se halla dividido, y constituye su cabecera.

Cuarenta kilómetros al S. E. en el centro de una serranía limitada por el cerro de Locoyotzin que está al N., el de Soltepec al E., el de Tatzalan al S., y los de Huitzo y Cuacuajnotl al O., está el barrio llamado Tulitic, formado por pequeñas casas de construccion rústica, rodeadas de milpas, construidas en las partes planas de los cerros que constituyen la serranía y separadas unas de otras por las barrancas que los mismos cerros forman por el concurso de sus faldas.

A este punto se llega más directamente de Apizaco, de cuya poblacion, que tiene á sus orillas una de las estaciones del Ferrocarril Mexicano, y la del Ferrocarril de Puebla, dista sesenta kilómetros en la direccion del N. E.

Tomando el primer derrotero, se puede llegar por la diligencia de Zacatlan á Chignahuapan, ó más bien al rancho de Nepoalco, que sólo dista veinte kilómetros de Tulitic.

En el segundo derrotero, se pasa por el antiguo pueblo de Apizaco, el de Tetla, las haciendas de Piedras Negras, la Laguna y Mancera, y los pequeños pueblos de Iliyucan y Santa María Zacatepec.

Este camino es muy accidentado; y cruzado por los rios de Tetla, la Mancera, Ajuluapan, Almonamique y la Laguna, que en la estacion de las lluvias crecen hasta hacerse intransitables, debe desecharse para los trasportes, dando la preferencia al primero: en éste, el tramo de Nepoalco á Tulitic es de herradura y el trasporte por él se puede hacer á lomo de bestia.

Tomando por centro este rancho, de cuya situacion he dado una ligera idea, á él haré mis referencias sucesivas de posicion, en las localidades mencionadas.

Dos y medio kilómetros al S. de la capilla de esta poblacion, están los cerros de Tacopac y Tapaxtitemac, que corren en la

direccion média N. S., y de los que el primero está al Oriente y el segundo al Poniente.

Estos dos cerros, por el concurso de sus vertientes Oriente y Poniente, forman la cañada llamada de Taquescuinco, cuya direccion média es tambien la de N. S., en cuya orilla oriental está descubierto uno de los yacimientos de carbon.

Para dar una idea en cuanto es posible perfecta de este yacimiento, y poner á la vista sus caractéres propios y las circunstancias que directa ó indirectamente influyen sobre su verdadero valor, es necesario entrar en algunos detalles, y extenderse en ciertas consideraciones geológicas.

La masa general de las montañas que se elevan en el centro de esta cordillera, y que son las que más nos conviene examinar, por ser las que contienen los yacimientos descubiertos, es la arcilla, que ocupa una extension muy considerable y forma rocas arcillosas caracterizadas con toda claridad.

Como entre las numerosas variedades de arcilla que se conocen, no existe una cristalina y en su composicion bien determinada, susceptible de tomarse como tipo, no es posible hacer una referencia racional que caracterice estas rocas por sus condiciones mineralógicas; y limitándome por lo mismo á examinarlas en sus relaciones geológicas, debo hacer notar que constituyen la pizarra arcillosa de transicion, que parece pertenecer á la formacion cambriana.

Esta pizarra, observada en su conjunto, presenta la estructura pizarreña, debida á la regularidad con que están sobrepuestos los planos de estratificacion; pero examinada en sus detalles la roca que forma dichos planos, su textura se muestra muy compacta, y sin perder en la principal su carácter pizarreño, en la trasversal es concóidea perfecta.

Su color esencial es el blanco sucio, generalmente agrisado y amarillento; pero este color que pudiera llamarse propio, desaparece ante los colores accidentales debidos á los óxidos de fierro y manganeso; el primero de los cuales forma el fondo, sobre el que se extiende el segundo, en cintas, en manchas y en arborizaciones.

Las caras de crucero de esta roca se entrelazan en diferentes

direcciones, pues los fragmentos, por su figura son pseudo-regulares.

Entre las variedades que presenta esta roca en toda la extension en que tiene su yacimiento, merece mencionarse la que se halla fuertemente impregnada de siliza constituyendo la variedad llamada pizarra silizosa ó piedra lidia.

Esta, forma una especie de bancos regularmente colocados sobre las capas de la pizarra; las que, en los lugares en que su yacimiento no se ha alterado, forman la más perfecta estratificacion horizontal.

Uno de los caractéres de la arcilla, que es la base de la roca que nos ocupa, lo constituye la facilidad con que se altera en el aire ambiente, y muy particularmente al contacto del agua.

Estas causas de alteracion, constantes en la localidad de que me ocupo, presentan con toda claridad sus naturales efectos, merced á los que la desagregacion es tan completa, que á la simple presion de los dedos, las rocas que parecen más compactas, se separan en fragmentos pequeños y muy pequeños, y aun en polvo muy sutil.

En los declives, esta pizarra, que ha sufrido y sufre la accion de los deslaves, presenta dos caractéres especiales: el color es blanco, pues los tintes superficiales han sido borrados por las aguas, y la superficie es curva; de suerte que las capas que constituyen la textura pizarreña, no son planas, sino curvas, y se separan con la misma facilidad, como cascos esféricos concéntricos.

La roca, en este estado de agregacion, tiene un aspecto terroso; su peso específico es menor, se pega á la lengua, y su olor de arcilla es más perceptible.

La pizarra arcillosa de transicion, con sus caractéres propios y con las variaciones que he mencionado, y otras secundarias que reconocen el mismo orígen, está colocada entre otras dos formaciones distintas: la inferior descubierta por las excavaciones practicadas, y la superior, en todas partes visible por ser la dominante.

La primera, que por decirlo así soporta la pizarra, consiste en una roca arenácea, que sin duda es una alteracion del granito; pues en una masa feldespática terrosa, se ven cristalitos de cuar-

zo en abundancia, acompañados de granos ménos numerosos de feldespato descompuesto. La ausencia de la mica permite referir á esta roca la variedad conocida con el nombre de pegmatita.

Continuando las excavaciones, se encontraron unos bancos de granito, el que, sin embargo de su gran dureza, se encuentra en un estado visible de descomposicion, pues los cristales de cuarzo parecen estar aislados ó poco adheridos á la masa general, y los de feldespato presentan casi siempre el aspecto terroso.

Acompaño ejemplares de cada una de las rocas mencionadas, para mayor claridad.

Esta proximidad de la roca que nos ocupa con las rocas primitivas, viene á confirmar su posicion entre las rocas de transicion, cuyo piso inferior, al que ésta pertenece, tiene por base natural los *gneiss* y las micapizarras que están sobrepuestas y en contacto inmediato con los granitos.

La formacion que está encima de la pizarra arcillosa, se ha producido por la desagregacion de la misma roca á mayores alturas, cuyos principios desagregados han sido arrastrados por las aguas y depositados con bastante irregularidad sobre la pizarra no alterada, ó alterada ligeramente en el sitio de su yacimiento.

Esta desagregacion ha sido tan completa, que los depósitos arenáceos ocupan enormes masas, que constituyen meras montañas de considerables alturas.

Entre estos depósitos arenáceos se encuentran fragmentos de rocas extrañas, generalmente rodados, entre los que se descubren rocas ígneas ajenas á esta formacion, con la que, sin embargo, se hallan en contacto.

Entre esta masa de escombros, en la que se ve dominar la arcilla, que en su agregacion viene á constituir la pasta, se encuentra una roca intermedia que tiene el aspecto de una toba endurecida, en la que la degradacion se nota en el sentido de la estratificacion, formando escalones simplemente delineados.

Este acarreo es moderno, sin embargo de lo cual está en lo general muy endurecido, presentando el aspecto de una roca de agregacion. Esto no obstante, en las masas muy voluminosas, no presenta la firmeza necesaria para la apertura de excavacio-

nes, pues la cohesion de sus elementos heterogéneos, no es bastante para dar á las partes separadas la estabilidad suficiente, siendo la desagregacion y caida de las partes libres, la consecuencia de esta falta de estabilidad.

En las depresiones naturales del terreno, en las cañadas que forman las vertientes de dos cerros inmediatos, y en las barrancas que sirven de paso á las aguas, hay grandes depósitos de fragmentos de roca, de diferentes tamaños, que pertenecen á rocas distintas, tales como areniscas, pórfido, granito, *gneiss*, micapizarra, la misma pizarra arcillosa descrita, y multitud de brechas y conglomerados, algunos de ellos notables por su volúmen.

De estas rocas, unas son rodadas, presentando la accion del acarreo, y otras conservan su forma angulosa, que corresponde á la figura natural de los fragmentos.

De trecho en trecho se ven los depósitos de tierra menuda, formando montículos que no dejan duda alguna sobre el modo, tiempo y circunstancias especiales de su trasporte y formacion.

Es frecuente el caso de ver una brecha formada por partículas de roca muy pequeñas, casi terrosas, en la que está incrustado un fragmento de pórfido, lo que indica la posterioridad relativa de la formacion de dicha brecha.

A primera vista, parece que esta falsa formacion que cubre la formacion verdadera, y que en una extension no pequeña la oculta á la vista, sustrayéndola á la observacion, no presenta importancia alguna, ni tiene el más ligero valor científico por su misma naturaleza y su aparente confusion; pero léjos de esto, contribuye, y en no pequeña escala, para la verdadera clasificacion del terreno, presentando datos valiosos que conducen á consecuencias científicas de inmediata aplicacion industrial.

En efecto, la simple inspeccion de las condiciones orográficas en que la localidad estudiada se encuentra, hace ver que los elementos á ella trasportados, no pueden proceder sino de los cerros que la limitan, y desde luego la naturaleza de las rocas de ellos desprendidas y arrastradas, dan una idea de su composicion y de su orígen.

En la formacion de esos cerros, no sólo se han elevado las capas sedimentarias que cubrian las rocas ígneas que han sido

los agentes de la erupcion; estas rocas se han abierto paso, metamorfizando las primeras, perforándolas y presentándose en la superficie con sus caractéres propios y permitiendo estudiar las condiciones normales de su yacimiento; y estas rocas, á pesar de su aparente confusion, destruida fácilmente por la observacion y el estudio, descubren con toda claridad los caractéres del subsuelo visible, al que sólo se puede llegar con excavaciones lentas, extensas, sostenidas y costosas.

De este estudio y de estas observaciones, se puede deducir una consecuencia que viene á confirmar el resultado obtenido por el exámen directo del terreno, que pertenece á la formacion inferior del período de transicion.

Conquistado ya este hecho, que debe servir de base para las deducciones posteriores, pasaré al exámen particular de los yacimientos de carbon, descubiertos entre las rocas del terreno así clasificado.

Ya indiqué la situacion del primero de los yacimientos descubiertos, que está colocado en la orilla oriental de la cañada de Taquescuinco.

Este yacimiento se halla debajo del depósito de aluvion mencionado, impregnando la pizarra arcillosa que está muy descompuesta, y tanto, que ha llegado á ser una mera arcilla completamente negra por el tinte que le ha dado el carbon.

La arcilla y el carbon que la impregna, forman un manto que tiene un espesor medio de 40 centímetros, el que tanto al N. como al S. se deja ver en una extension de 10 metros; al P. está la barranca, en cuyo talud opuesto, es decir, en la orilla Poniente, no se encuentra indicio alguno de la continuacion del manto.

Este tal vez se extienda en el sentido del Oriente; mas para averiguarlo, seria preciso emprender un socavon horizontal, incompatible con la naturaleza del aluvion, en que tendria que abrirse, para recibir el cual no bastarian los ademes más resistentes, aunque se colocaran de *marco cerrado*. Hácia arriba el manto desaparece en el mismo aluvion, y hácia abajo, á la profundidad señalada, desaparece en la arenisca de que ya se hizo mencion, entre la que se encuentra el granito, de que tambien acompaño un ejemplar.

La posicion del manto descubierto no puede ser más desventajosa, pues además de las dificultades reales que se presentan para hacer en él las pesquisas correspondientes, la proximidad de la barranca hace que el agua se precipite sobre cualquiera excavacion que se practique en el sentido de la profundidad.

Estas dificultades no constituyen meros inconvientes, pues sobran recursos para recibir la masa de aluvion por pesada y deleznable que sea, rodeando los trabajos de todas las precauciones aconsejadas por la seguridad, así como para desviar el curso de las aguas, sosteniendo secos, ó sin otra agua que la de las filtraciones naturales, los trabajos emprendidos de plan.

Pero de dichos recursos, ni aun los más sencillos deben utilizarse, porque los resultados obtenidos en las excavaciones practicadas, los hacen aparecer como innecesarios.

En efecto, en dos sentidos solamente se deberian emprender excavaciones: hácia el Oriente, en el interior de la masa de aluvion, y verticalmente en el sentido de la profundidad.

Mas para decidirse á una ú otra, es necesario ante todo, exa minar las probabilidades de éxito que ofrecen.

Respecto de las obras horizontales, nada hay que pueda justificar una esperanza en su favor, puesto que dichas obras tendrian que abrirse debajo del aluvion, roca extraña y advenediza, que no es ni puede ser el yacimiento de sustancia alguna explotable, y además los caractéres geognósticos que el manto presenta y de los que dentro de breves líneas daré una idea exacta, dejan ver que aun cuando se conservase el manto tal como se presenta, su explotacion no seria ventajosa, y mucho ménos, teniendo que hacer extensos rebajes y resistentes fortificaciones.

En cuanto á los reconocimientos en el sentido de la profundidad, sólo podrian tener por objeto averiguar si debajo de la arenisca que en su parte inferior limita el manto, reapareceria la capa de carbon.

La naturaleza de esta roca, el piso á que pertenece, el lugar que le corresponde respecto de las rocas antiguas, la precision con que lo conserva, revelada por la presencia del granito en el plan del pozo practicado, y otros caractéres de que se ha hecho mencion, alejan toda probabilidad en este sentido.

No deben, pues, aconsejarse estas obras de investigacion, y tanto ménos, cuanto que el estudio del otro punto descubierto, conduce á las mismas consecuencias.

Este segundo punto está en la cañada de Taltatzaico, al S. O. de Tulitic y al N. O. del anterior, respecto del cual se encuentra casi al mismo nivel y en idénticas condiciones.

La cañada tiene la direccion general de N.S. con su declive al S.

La masa de los cerros que la forman es la misma pizarra arcillosa de transicion, cuya roca está descompuesta, y tanto, que sólo en las partes que se han preservado de los derrumbes y de las degradaciones originadas por el agua, se descubre la textura pizarreña.

En los taludes de la cañada, todo signo de estratificacion desaparece, pues se ven formados por las masas informes de arcilla descompuesta, depositada por las aguas, en su caida y á su paso, cerros tan elevados, tan voluminosos y tan extensos, como los que ya se han mencionado.

En las excavaciones recientes, hechas debajo de este aluvion, se encuentran las lajas de la pizarra primero, y despues la misma arenisca ántes señalada.

En el talud que está al lado del Oriente se encuentra el yacimiento de carbon, cuyo combustible, asociado íntimamente á la arcilla, que ha teñido completamente, forma con ella un banco que sigue la direccion média de la cañada en una longitud que en la parte descubierta tiene 9.25 metros, y que la presencia del aluvion no permite medir en su longitud total.

Su espesor medio es de 1.20, y atravesado por un pozo, hecho con el objeto de examinarlo en este sentido, se encontró debajo de él la misma arenisca que en el anterior, constante en la profundidad de 2.30 metros.

Esta arenisca, en su contacto con el manto que sobre ella descansa, está atravesada por hilos carboníferos, que á medida que se profundiza se ven escasear, hasta desaparecer completamente.

A la profundidad indicada no existe señal alguna de carbon, y léjos de esto, aparece el banco de granito como en el caso anterior, y la uniformidad de esta roca es constante en toda la seccion del pozo, que es de 1.85×1.10 metros.

Al N. y al S. de este pozo, y á distancias convenientes, abrí otros dos, con el objeto de examinar si los caractéres que el primero presenta, son constantes, y pueden, por lo mismo, tener algun valor en las apreciaciones y en sus consecuencias, ó presentan algunas diferencias, y averiguar en este caso la importancia que les corresponde: el primer resultado se reproduce y se comprueba con toda precision.

Las deducciones que del estudio de este segundo yacimiento se derivan, son idénticas á las hechas en el primero.

Pasando de las condiciones de yacimiento, ó de las relaciones geológicas de estos mantos, á la esencia de ellos, es decir, al exámen de sus condiciones mineralógicas, y á su valor real, deducido de su estudio químico, reuniré los dos casos en uno solo, puesto que la identidad que en ambos existe, hace innecesario que se les describa por separado, y sólo en los análisis estableceré las diferencias de localidad, por no ser los caractéres químicos susceptibles de apreciarse á las simple vista.

En los dos yacimientos descubiertos y examinados no sólo en la parte visible sino en la correspondiente á las excavaciones posteriores, los mantos carboníferos consisten en unos bancos cuyo espesor varía entre 0.40 y 1.20 metros, en los que el carbon se encuentra de tres maneras diferentes: en hilos muy angostos intercalados en la arenisca; en hilos igualmente angostos, intercalados en la arcilla, y en pegaduras adheridas á ésta. En todos estos casos, su espesor es insignificante, y por lo mismo su valor industrial es nulo.

Estos bancos descansan, como se ha hecho observar, sobre una capa de arenisca más compacta y más homogénea, la que á su vez parece descansar sobre las rocas graníticas.

Aunque no es constante, sí es frecuente el caso de encontrar la pirita amarilla, asociada al carbon.

La pirita está en partículas cristalinas muy pequeñas, agrupadas en forma de hilos de algunos milímetros de espesor, ó de pegaduras de algunos centímetros cuadrados: en el primer caso, están colocadas paralelamente á los planos de juxtaposicion con la roca; y en el segundo, diseminadas irregularmente sobre la masa del carbon.

Esta pirita está localizada en el combustible en que se la ha señalado, y no se extiende á la roca en que aquel se encuentra. En algunos ejemplares presenta los colores abigarrados.

El color de este carbon es el negro pardusco, que en la superficie es pardo musco y de madera, presentando en el interior hilos paralelos de negro de terciopelo.

El lustre correspondiente al primer color, es mate, y poco lustroso en la raspadura, en la que varía el color; en el segundo es lustroso.

Textura pizarreña, fragmentos cúbicos, superficie lisa y en algunas partes fibroso-leñosa.

Peso específico 1.386.

Arde con facilidad y produce un olor empireumático picante, dejando una ceniza de un color blanco amarillento.

En las láminas delgadas y un poco extensas, se nota algo de flexibilidad, pero en muy poco grado.

Con mucha facilidad se resquebraja partiéndose en fragmentos pequeños.

La composicion del procedente de Taquescuinco, segun el análisis hecho sobre un fragmento del que se ha desprendido la arcilla de que suele estar impregnado, y la pirita que lo acompaña, es la siguiente:

Carbon	39.00
Cenizas	26.00
Sustancias volátiles y humedad	35.00
Total	100.00

Su poder calorífico, determinado por la reduccion del plomo del litargirio, es de 3979 calorías.

Del análisis hecho sobre un fragmento en que existe la pirita, resulta la siguiente composicion:

Carbon	30.00
Cenizas	20.00
Sustancias volátiles y humedad	50.00
Total	100.00

Poder calorífico 3872.50

Como por el estado de desagregacion en que la masa se encuentra y por la intimidad con que el carbon está mezclado á la arcilla, resulta en el tumbe una mezcla de estas dos sustancias, en la que en un trabajo industrial cualquiera es imposible separarlas una de la otra, resolví hacer el análisis de esta mezcla, con el objeto de averiguar el valor que pueda tener por la aplicacion que pueda dársele; y el resultado de esta operacion fué el siguiente, que da una idea, en cuanto es posible, aproximada de las ventajas que pueden obtenerse y la aplicacion que puede darse á esta mezcla:

Carbon	26.00
Cenizas	44.00
Sustancias volátiles y humedad	30.00
Total	100.00

Poder calorífico 2944.

En el carbon procedente del yacimiento de Taltatzaico, cuyos caractéres son iguales á los del anterior, y están comprendidos en la misma descripcion, el resultado de los análisis es el siguiente:

CARBON SIN PIRITA NI ARCILLA.

Carbon	38.00
Cenizas	25.00
Sustancias volátiles y humedad	37.00
Total	100.00

Poder calorífico 3978.

CARBON CON PIRITA SIN ARCILLA.

Carbon	30.00
Cenizas	25.00
Sustancias volátiles y humedad	45.00
Total	100.00

Poder calorífico 3870.

MEZCLA DE CARBON Y ARCILLA.

Carbon	25.50
Cenizas	43.50
Sustancias volátiles y humedad	31.00
Total	100.00

Poder calorífico 2,936.50

Como se ve por estos análisis, la calidad del carbon es muy aceptable y podria reemplazar ventajosamente á la leña; pero las condiciones de su yacimiento, tanto las que le son propias, cuanto las que pueden considerarse como accidentales, constituyen meros inconvenientes, y lo que es más, precisan el valor que les corresponde en su aspecto técnico y en su papel industrial.

Respecto de lo primero, la observacion ha puesto fuera de duda que la roca en que el carbon se encuentra, pertenece á la formacion cambriana: los caractéres que pudiéramos llamar mineralógicos, entre los que, como es natural, figuran los caractéres químicos, hacen que esta clase se deba referir á las lignitas. Es decir, que se trata de un depósito de lignita entre las capas de la pizarra arcillosa de la formacion de transicion inferior.

Recordando las relaciones geológicas que ligan á los combustibles minerales, ó más particularmente á los carbones, con las rocas en que tienen su natural yacimiento, se encuentra que la lignita pertenece á terrenos que son posteriores á la formacion carbonífera propiamente dicha, ó sea á la formacion de la ulla, que como se sabe, está sobre el terreno devoniano, ó de transicion superior.

Es decir, que estos carbones en yacimientos que no son los normales, presentan poca expectativa en cuanto á que su presencia en estos terrenos no debe considerarse sino como accidental.

En cuanto á lo segundo, los depósitos de aluvion que están cubriendo á las rocas donde el carbon tiene su yacimiento, no ofrecen expectativa alguna considerados como rocas: por su edad relativa, son posteriores á toda formacion, y por su estado de

agregacion dificultan y entorpecen los trabajos, haciendo costosas las excavaciones.

Podria suceder que sin embargo de ser accidental este depósito de carbon, pudiera ser explotable en algun punto, por el desarrollo de las capas; pero esta explotacion, despues de producir una cantidad de más ó ménos importancia, causaria el agotamiento.

Si á estas consideraciones se agrega el costo en la explotacion, que ha de ser crecido por la necesidad que hay de fortificar y desaguar, el costo del trasporte hasta los lugares de consumo y demas detalles que he mencionado, se deducirá como natural consecuencia, la poca importancia que estos yacimientos ofrecen como centros de produccion y de trabajo.

Los datos expuestos y discutidos en las líneas que anteceden, y las reflexiones que en su discusion se han presentado, fundan y autorizan esta deduccion, en la que se halla condensado y resumido el resultado de mis trabajos.

Al presentarlo á vd., Señor Ministro, en desempeño de la comision á que se refiere, desahogo el satisfactorio deber de renovar á vd. la expresion de mi reconocimiento.

México, Octubre 2 de 1882.

SANTIAGO RAMIREZ.

INFORME

SOBRE

CRIADEROS CARBONÍFEROS DE LAS HUASTECAS

A reserva de dar á vd. un informe más completo y pormenorizado del resultado de la exploracion que, por encargo de esa Secretaría, estoy practicando en las Huastecas de los Estados de Hidalgo, San Luis y Veracruz, la cual aun no está terminada, voy á informar á vd. de las noticias hasta ahora obtenidas, contrayéndome al carbon mineral, objeto principal de esta exploracion.

En la cañada de Tesahuapan, á una media legua al S. O. de Atotonilco el Grande, Estado de Hidalgo, se encuentra una capa de turba de ochenta centímetros á un metro, entre una capa de trípoli por la parte superior y otra de barro en la inferior. En la misma cañada, hácia el N. del punto anterior, en un lugar llamado San Isidro, entre capas de caliza compacta que alternan con pizarra muy dura, hay una de combustible mineral, de poco grueso, debajo de la cual hay una de arcilla ferruginosa amarilla de cera, y que contiene cristales de carbonato de hierro.

En San Agustin Mestiquitan, Estado de Hidalgo, punto situado entre Atotonilco y Zacualtipan, se han descubierto criaderos de lignita, que han sido objeto de varios denuncios: en Zacualtipan, en un radio de cosa de tres leguas, parte en el Estado de Veracruz y parte en el de Hidalgo, se han hecho más de cien denuncios sobre una capa de lignita de calidad variable segun los puntos. En la mina de Galeana, que está sobre esta capa, y que es la única que se explota formalmente, se ha llegado ya á una

profundidad en el tajo, de unos diez metros, y aun continúan apareciendo las capas de carbon que alternan con otras de arenisca y de arcilla plástica, y tienen desde veinte hasta ochenta centímetros de grueso. Dirigiéndose de allí á Huejutla, se vuelve á encontrar el carbon en Atlapexco con una composicion un poco diferente, pues es más bituminoso que el de Zacualtipan, y tiene mayor poder calorífico. A unas dos leguas al E. de este último punto, está la mesa de Huautla, en cuyas faldas se encuentra tambien en varios puntos, con la circunstancia de que varía en su composicion y en su yacimiento segun la localidad. Aparece tambien el carbon en Yahualica y en el llano de Garcés, situado entre Yahualica y Chicontepec. Vuelve á encontrarse este producto hácia el Norte, en la márgen del rio de San Juan ó del Calabozo, á inmediaciones de Platon Sanchez, en Chintepec, Mesquite y otros puntos del Estado de Veracruz, y más al N., en Tempoal, del mismo Estado. En este último punto se encuentra un depósito de chapopote, entre cuyas abras brota un manantial de agua que arrastra consigo naphta en pequeña cantidad, la cual, por su ligereza respecto del agua, se reune en la superficie y forma pequeños ojos en los puntos en que el agua se detiene y donde es fácil recogerla. Los habitantes la emplean, en muy pequeña escala, para alumbrarse, y los más la aplican á usos medicinales.

Dirigiéndose á San Luis, se encuentran indicios de carbon en San Martin; en Temazunchale, en donde existe en estado pulverulento entre las comisuras de la caliza compacta; en Tenescalco, en Coxcatlan y en Jilitla, en donde hay una veta poderosa entre capas de arenisca caliza. Existen tambien indicios de carbon á inmediaciones de Ciudad de Valles, en el mismo Estado de San Luis.

Aunque mi comision se contraia únicamente á las Huastecas, aprovechando la autorizacion que se me dió de extender la exploracion á Tamaulipas, hice una expedicion en aquel Estado, recorriendo una parte de él hasta la Sierra que lleva el nombre del mismo. El éxito de esta exploracion no fué satisfactorio; pues aparte de ligeros indicios y de uno que otro ojo ó charco de asfalto, no encontré nada que tuviera la apariencia de un criadero formal de combustible; bien que la formacion del terreno y las noti-

cias que tengo de la existencia de criaderos de carbon más al Norte del Estado, y hasta en las márgenes del rio Bravo, vienen á confirmar la opinion que tengo formada, de que existe una gran capa de combustible mineral que, comenzando á inmediaciones de Atotonilco el Grande en el Estado de Hidalgo, se extiende hácia el Norte hasta el rio Bravo, y que viene á terminar hácia el Oriente, á una distancia más ó ménos grande de la costa.

La capa, por supuesto, no es uniforme, ni en su grueso, ni en la profundidad á que se encuentra, ni en su modo de yacimiento, ni en la composicion del combustible que contiene, pues ha sufrido todas las modificaciones que son consiguientes á los trastornos que ha experimentado el terreno en que se encuentra, y á la influencia de las causas que los han producido.

Así es que en Tehuichila, por ejemplo, se encuentra el combustible en capas horizontales ó ligeramente inclinadas á cincuenta centímetros, y aun ménos, de la superficie, cubierto solamente por una capa de tierra vegetal; y en Tempoal, aunque aparecen en la márgen del rio algunos indicios que condujeron al descubrimiento de la capa principal, ésta no se encuentra sino á treinta varas de la superficie: en Jilitla se presenta bajo la forma de una veta, armando en una arenisca caliza, cuyas capas atraviesa, y en la falda de la mesa de Huautla aparece en algunos puntos bajo la forma de una capa poderosa que sigue la estratificacion de las rocas que la acompañan, y en otras es una veta que corta á esas mismas capas de roca.

Lo mismo pasa respecto de la composicion: la tabla número 1 contiene los resultados del reconocimiento de veinte muestras de diferentes localidades.

TABLA Núm. 1

QUE DEMUESTRA LOS RESULTADOS DEL EXÁMEN DE LAS MUESTRAS DE LIGNITA QUE EN ELLA SE EXPRESAN.

CRIADEROS.	DENSIDAD	POR CIEN PARTES.			POR 1.	OBSERVACIONES.
		Coke	Materias volátiles	Ceniza	Plomo reducido	
Galeana......	1.46	58.	42.	30.7	15.93	Tehuichila. *Veracruz.*
Idem.........	1.40	53.	47.	18.	16.	» »
Jaltipan	1.48	34.	66.	10.40	14.95	» »
Juarez	1.39	55.	45.	8.40	19.83	Zacualtipan. *Hidalgo.*
Hulla	1.32	414.	58.60	2.	18.90	» »
Vista del Rio.	1.13	50.	50.	3.40	21.67	Atlapexco. »
Chiquilisco...	1.16	59.80	40.20	16.	20.40	
Tezintla......	1.23	46.	54.	2.60	23.10	Huautla. »
Idem.........	1.24	45.	55.	3.50	20.70	» »
Acatepec.....	1.18	49.	51.	15.80	20.20	» »
Coatzonco....	1.30	47.80	52.20	7.40	17.50	» »
Manteco	1.49	51.80	48.20	16.60	19.	» »
Tenantillo....	1.28	52.	48.	17.40	18.	» »
La Soledad...	1.47	79.50	20.50	47.	11.30	Zacualtipan. »
Jilitla........	1.14	56.80	43.20	2.	24.34	San Luis Potosí.
El Cinto......	1.15	37.50	62.50	3.50	24.50	Tempoal. *Veracruz.*
Jilitla........	1.17	56.92	43.08	3.20	25.67	San Luis Potosí.
Idem.........	1.16	57.20	42.80	3.20	26.29	» »
Chintepec....	1.26	43.50	56.50	6.50	20.60	Veracruz.

Como se ve, la cantidad de plomo reducida está entre 14 y 23, llegando sólo en un caso á 26.29; esta circunstancia, y el hecho de que todos estos carbonos dan en la destilacion productos de reaccion ácida, son datos suficientes para decidir que todos ellos pertenecen á la especie denominada *lignita* ó *carbon pardo:* su poder calorífico no excede, en la mayoría de los casos, al de la leña seca, y si bien es cierto que, si el carbon se consumiera en el mismo lugar de su extraccion, ó en puntos poco distantes, presentaria ventajas incontestables respecto de la leña, no sucede lo mismo cuando el punto de consumo está á larga distancia respecto del de la produccion, porque el flete hace subir su precio á un punto tal, que hace antiecónomico su empleo.

Algunos de los criaderos, como el de Huautla, el de Tempoal y el de Chintepec, se encuentran á inmediaciones de rios que, en tiempo de crecientes, permitirian trasportar á poco costo el com-

bustible á Tampico; pero no es éste el único lugar de consumo, ni la naturaleza del combustible da lugar á esperar que la exportacion pudiera hacerse con ventaja, salvo en casos excepcionales como en el de Tempoal, que, conteniendo gran cantidad de betun, es eminentemente propio para la extraccion de gas, y por esta circunstancia fué comprado con aprecio en Nueva-York: además, aunque esta exportacion, si fuera dable, seria un ramo de riqueza para el país, no es ese el objeto principal de la busca del carbon mineral, sino el de su aplicacion á las necesidades de la industria nacional, para sustiturlo al combustible vegetal, que se obtiene al precio de la destruccion de nuestros montes, agotando la madera que nos hace falta para usos más nobles y que nada puede reemplazar. Es, pues, necesario que algunas de las empresas ferrocarrileras ya existentes, ú otras que nuevamente se formen, lleven su trayecto por los criaderos ó á sus inmediaciones, para que trasportado el carbon á bajo precio, pueda ser conducido á los centros industriales y se generalice su consumo. Aunque el poder calorífico de este combustible no es tan grande que pudiera aplicarse á fundir hierro en un alto horno, por ejemplo, es excelente para las máquinas de vapor, y en especial para los ferrocarriles, pues siendo ménos voluminoso que la leña, á peso igual, es de más fácil trasporte y la máquina puede trasportar mayor cantidad en el espacio destinado á su combustible. La Compañía del Real del Monte ha ensayado la lignita de Tehuichila en los hornos de calcinacion de minerales argentíferos, en la hacienda de beneficio de «Velasco,» y los resultados han sido satisfactorios en cuanto á la cloruracion de la plata, que se ha obtenido con perfeccion y rapidez; en cuanto á los gastos, no puede ser lo mismo, porque el alto precio á que han tenido que pagar la lignita destinada á estos ensayos, á consecuencia de los fletes, no les ha de haber permitido realizar ninguna economía.

Es igualmente aplicable esta lignita á aquellas operaciones en que se necesita un combustible que produzca llama, como en la afinacion del plomo rico para extraer la plata que contiene, y es útil en todos aquellos casos en que es aplicable la leña, máxime cuando la de algunas localidades tiene mayor poder calorífico.

Cuando la economía en los fletes y una explotacion en grande

permitan adquirir este combustible á bajo precio en los centros industriales, podria muy bien aplicarse á otros usos para los que no es propio en su estado natural, haciendo lo que se practica en Europa, con la hulla, la lignita y hasta con la turba, y que en el país sólo se hace con la leña, es decir, fabricar carbon con esos combustibles, operacion que da por resultado un producto mucho más rico en carbono que el combustible natural y eminentemente propio para la produccion de las elevadas temperaturas que se requieren en ciertas operaciones metalúrgicas, al mismo tiempo que se recogen los productos de la destilacion, que tienen tambien su aplicacion en la industria.

Considerando los resultados del reconocimiento de las diferentes muestras examinadas, se puede deducir de ellos su composicion y su poder calorífico, datos que están consignados en la tabla número 2, que no es más que la trasformacion de la número 1.

TABLA Núm. 2

QUE DEMUESTRA LA COMPOSICION Y PODER CALORÍFICO DE LAS MUESTRAS DE LIGNITA QUE EN ELLA SE EXPRESAN.

CRIADEROS	Carbon libre	Carbon combinacion	TOTAL	Gases	Ceniza	Poder calorífico
Galeana	27.30	18.95	46.25	23.05	30.70	3260
,,	35.	11.40	46.40	35.60	18.	3265
Jaltipan	23.60	19.80	43.40	36.20	10.40	3060
Juarez	46.60	10.90	57.50	34.10	8.40	4050
Hulla	39.40	15.40	54.80	43.20	2.00	3860
Venta del Rio	46.60	16.15	62.75	33.85	3.40	4425
Chiquilnes	43.80	15.30	59.10	24.90	16.	4175
Tezintla	43.40	23.60	67.00	30.40	2.60	4720
,,	41.50	23.50	60.00	31.50	3.50	4225
Acatepec	33.20	25.30	58.50	25.70	15.80	4150
Coatzonco	40.40	10.17	50.57	42.03	7.40	3570
Manteco	35.20	19.85	55.05	28.35	16.60	3880
Tenantitla	34.60	17.60	52.20	30.40	17,40	3680
La Soledad	32.52	0.27	32.79	20.13	47.00	2301
Chintepec	39.00	20.75	59.75	35.75	6.50	4215
Tempoal	34.00	37.00	71.00	25.25	3.50	5010
Jilitla	54.80	15.70	70.50	27.50	2.00	4975
,,	53.72	20.58	74.30	22.22	3.20	5230
,,	54.00	23.60	75.60	19.20	3.20	5325

Teniendo presente que la leña seca tiene un poder calorífico que varía, segun la calidad, entre 2945 y 3666 calorías, se ve que la lignita que se extrae de los criaderos que se encuentran á inmediaciones de Zacualtipan, no tiene más poder calorífico que la leña seca; que la lignita de Atlapexco y la de los alrededores de Huautla son superiores, y que la mejor de todas es la de Jilitla, que tiene un poder calorífico más grande.

Las lignitas de Tehuichila y de Zacualtipan, que son las mismas, pues aunque se encuentran en terrenos pertenecientes á Estados diversos de la Federacion, no forman sino un solo y mismo criadero á través del cual pasa la línea divisoria, se encuentran en capas horizontales de gruesos que varían desde 20 hasta 80 centímetros, alternando con otras de arcilla plástica y de arenisca blanca y gris, teñida algunas veces de amarillo pardusco y pardo rojizo por el ocre de hierro; tambien aparecen algunas capas de arcilla margosa verde.

La lignita es negra al salir del criadero, pero al sacarse se pone más ó ménos gris; su textura es pizarreña en el sentido de la estratificacion del terreno en que se encuentra, y la trasversal es compacta y de muy poco lustre, dejando percibir los cantos de las hojillas de que está formada, y presentando, hasta cierto punto, la estructura de la madera. Presenta generalmente en las caras de separacion de las lajas en que naturalmente se divide, pequeños puntos blancos y amarillentos que provienen probablemente de granos de pirita que se encontraban allí, y que se han descompuesto. Esta opinion se corrobora con el hecho que se ha observado en la hacienda de Velasco, de que los montones de este combustible que allí se acopia, se han inflamado espontáneamente, fenómeno que reconoce por causa la descomposicion del sulfuro de hierro y la elevacion de temperatura consiguiente á esa accion química. Sin embargo, muy rara vez se ven granos de pirita en estado natural en este carbon, y el exámen de las cenizas no me ha acusado la presencia de sulfuros en las muestras que he ensayado. Esta lignita arde con buena llama, no se funde ni se reblandece, y deja un coke compacto que se quema bien, sobre todo con buena corriente de aire; pero presenta el inconveniente de dar mucha ceniza.

Los carbones de Atlapexco son más negros y lustrosos, con lustre resinoso y textura concoidea pequeña, arden con llama fuliginosa, se funden al quemarse, y producen un coke ligero y esponjoso, de un volúmen, en apariencia, más grande que el carbon en estado natural, y dan poca ceniza. Su poder calorífico es mayor que el del carbon de Tehuichila; pero la circunstancia de hincharse y esponjarse durante la combustion, obstruyendo el paso del aire en las parrillas, será siempre un inconveniente para su aplicacion á la industria.

Los carbones de Huautla, con excepcion del de Tisintla, que se el mejor á todas luces, presentan los mismos caractéres exteriores que los de Atlapexco, y se portan lo mismo en la combustion. No así el de Tisintla: este carbon es negro de terciopelo, poco lustroso, casi mate; su textura es imperfectamente pizarreña, con tendencia á dividirse en fragmentos prismáticos pequeños; en la textura reciente presenta algun lustre de cera; arde con llama amarillenta, viva y tranquila, y concluida ésta, continúa la brasa por mucho tiempo sin deformarse ni esponjarse, hasta convertirse en ceniza. Produce ésta en corta cantidad, y si su poder calorífico no es tan grande como el del de Jilitla, tiene sobre él la ventaja de no deformarse como lo hace el último.

Los carbones de Chintepec y de Tempoal presentan en su aspecto exterior y modo de portarse durante la combustion los mismos caractéres y circunstancias que los de Atlapexco y Huautla, exceptuando siempre el de Tisintla, con la diferencia que son más fusibles y dan un coke más esponjoso.

El carbon de Jilitla presenta un aspecto exterior enteramente semejante al de Tisintla; pero se diferencía de él esencialmente, por el modo de portarse en la combustion, pues miéntras éste último arde tranquilamente y da un coke compacto que produce muy buena brasa, el de Jilitla se funde al arder y produce un coke ligero y esponjoso.

Es evidente que este combustible pertenece á una época geológica muy posterior á la del terreno carbonífero propiamente dicho. La circunstancia de haberse encontrado en las capas de carbon de Tehuichila restos de mamíferos, y la de hallarse la creta con nódulos de pedernal inmediatamente debajo del carbon, en

Zacualtipan, me hicieron formar la opinion de que el combustible de que me ocupo pertenece al periodo lignítico de la época terciaria: esta opinion me parecia corroborada por el hecho de haber hallado entre las capas de caliza compacta, que alternando con otras de pedernal, constituyen todo el terreno que atraviesa la barranca de Tlacolula, y cuya formacion se extiende por todo el Estado de San Luis y continúa en el de Tamaulipas; entre esta caliza, digo, he hallado algunas capas formadas evidentemente de caliza jurásica; así es que encontraba yo muy natural establecer este órden de superposicion de terrenos: el fondo de la barranca de Tlacolula, perteneciente al terreno jurásico; la parte más elevada al cretáceo, extendiéndose hasta Zacualtipan, y encima de éste, el terciario inferior ó eocene en donde se encuentra la lignita. En esto me parecia ir de acuerdo con Dana, que refiere á este mismo periodo las lignitas encontradas en Tejas, Nuevo-México y el Colorado. Pero la opinion, para mí respetabilísima, del señor profesor D. Antonio del Castillo, difiere enteramente de la mia.

Dicho señor cree que la lignita en cuestion pertenece á la época cuaternaria, fundándose para ello en la analogía que presentan estos terrenos con otros perfectamente caracterizados, que sin duda de ninguna especie, pertenecen á esa época geológica. No considerándome en la actualidad con la suma de datos necesarios para poder aceptar ó combatir esa opinion, prefiero aplazar la decision de un punto tan importante, para cuando esté terminada esta exploracion, y pueda disponer de mayor número de datos y observaciones.

Ya dije ántes que el único medio de hacer productivos estos criaderos de carbon, haciendo extensivo su consumo á los centros industriales, será el de los caminos de hierro que lo trasporten á bajo precio; pero es posible en algunas localidades recurrir á otras industrias que, demandando combustible, puedan hacer un consumo tal, que mantengan la explotacion de una ó varias minas.

En Tehuichila y en Huautla se encuentra hierro pardo y arcilloso en gruesos bancos, á inmediaciones de los criaderos de carbon, y la extraccion del fierro podria hacerse fabricando carbon con la lignita, ayudándose mutuamente las dos industrias. En

la mina de Galeana en Tehuichila, la lignita, como dije ántes, está en capas horizontales que alternan con capas gruesas de arcilla plástica: esta arcilla es de primera calidad; aunque su color es negro en el criadero, al grado de confundirse con el carbon, cuando seca es gris, y despues de cocida es perfectamente blanca, lo que la hace muy propia para la fabricacion de vajillas y demas utensilios de loza fina.

Una fabricacion de estos objetos, establecida en aquella localidad, en que la arcilla y el combustible se extraen juntos y á ínfimo precio, daria pingües rendimientos, y permitiria á los dueños de aquella mina aguardar tranquilamente la época en que el desarrollo del sistema ferrocarrilero del país venga á dar el impulso que necesita á la explotacion del carbon mineral.

Libertad en la Constitucion. México, Octubre 7 de 1882.

Miguel Bustamante.

INFORME

QUE RINDE A LA SECRETARIA DE FOMENTO

EL INGENIERO DE MINAS QUE SUSCRIBE,

Como resultado de su exploracion en los Minerales de **La Campechana**
en el Estado de Guanajuato,
y **Comanja** y **El Roble** en el de Jalisco.

Señor Ministro:

Doy cumplimiento á la parte final de la comision extraordinaria que, por conducto de la Secretaría del digno cargo de vd., se sirvió confiarme el Señor Presidente de la República, comunicándole el resultado del estudio que acabo de hacer en la exploracion practicada en una zona minera, que por su estado actual, por su expectativa probable, por sus bien confirmados antecedentes y por las circunstancias que la rodean, es digna de fijar la atencion del Gobernante, interesado en comunicar impulso á los elementos de vida existentes en el país cuyos destinos le están confiados, y del empresario cuyos capitales buscan un centro de especulacion en que aplicarse con ventaja.

Diariamente recibimos noticias de las minas que se descubren, de los denuncios que se registran, de las pertenencias que se posesionan, de las posesiones que se enagenan, de las Compañías que se organizan, de las transacciones que se celebran, de las obras que se proyectan, y en una palabra, de los trabajos de todo género que se emprenden para la explotacion de nuestras minas; y enmedio de este movimiento constante, activo y eficaz que naturalmente halaga, se encuentra un hecho que desconsuela: el de que el centro de accion de dicho movimiento, no

está constituido por el elemento nacional, que permanece en una inaccion que, si en otras circunstancias era hasta cierto punto disculpable, en las presentes no puede ménos que ser, y en alto grado, reprensible.

Por ésto cuando el Supremo Gobierno, con su autoridad, con su prestigio, y tal vez con su apoyo, fija su atencion en uno de esos centros que se nos están arrebatando, corresponde al estudio pericial extender el cuadro en que se bosquejan, señalando los pasajes más dignos de ser conocidos, y consignando todos los que, al tratarse de tomar una resolucion, deben de ser detalladamente estudiados.

El centro, ó por mejor decir, los centros mineros que he tenido ocasion de examinar en el desempeño de mi citada comision, presentan en la actualidad el aspecto que á todos los negocios de este género imprimen la paralizacion y el abandono; pero al mismo tiempo, envuelven una promesa de bienestar y de prosperidad, que en el libro abierto de sus ruinas, de sus obras y hasta de sus escombros, se encuentra consignada, y sin dificultad puede leerse, cuando se examinan á la luz de los principios científicos, de las consideraciones industriales y de los detalles económicos, que son el alma de las cuestiones de esta naturaleza.

Bajo este triple aspecto, voy á consignar en este Informe los datos recogidos en el estudio á que se refiere, á fin de que, si el espíritu emprendedor se decide á acometer la empresa que estos centros mineros le ofrecen, tenga una base de que partir para sus combinaciones especulativas y para sus determinaciones prácticas.

Pero ántes debo hacer una advertencia, de la que se desprende una indicacion.

La naturaleza de mi encargo me obligó á localizar mi estudio en los puntos que voy á mencionar, dejando fuera de él otros muchos que habrian exigido un tiempo mucho mayor del que tenia disponible; pero la importancia absoluta que probablemente tienen muchos de ellos, la relativa que presentan unos respecto de otros y que á todos entre sí los liga, y las ventajas que resultan de abarcar un campo extenso en las especulaciones de este género, hacen patente la necesidad de generalizar el estudio, des-

prendiendo de él las bases generales y los medios adecuados, no para organizar la explotacion en determinados criaderos, sino para emprender los trabajos conducentes á la restauracion de un Mineral.

El primer punto, que por su posicion topográfica y por su distancia relativa debo consignar, es el criadero de plomo existente en el cerro de La Campechana, que pertenece al Distrito de Leon, del Estado de Guanajuato, cuyo criadero se ha reconocido y comenzado á disfrutar, por una serie de excavaciones que constituyen la mina llamada «Corona de Dolores.»

Dicha mina está abierta en la cima del cerro de La Campechana, á una distancia de Leon de 25 kilómetros y en la direccion del Norte. A la falda de este cerro está el rancho llamado de Los Hepazotes.

La altura absoluta del punto del cerro en que está abierta la mina, es de 2048.68 metros; la del vallecillo en que está construida la casería que constituye el rancho, es de 1949.93, resultando para el cerro una altura de 98.75 metros.

Como en el Informe que sobre esta mina rindió á la Secretaría del digno cargo de vd. el Sr. Ingeniero de Minas D. Cárlos Romero, se consignan las condiciones topográficas de esta localidad, así como sus caminos y sus accidentes, considero innecesario repetir estos detalles.

La masa del cerro de La Campechana, es una pizarra arcillosa bastante endurecida, cuya estratificacion en algunos puntos está algo confusa por la agregacion de las lajas pizarreñas, y la compacidad que resulta de esta agregacion; sus vertientes tienen un considerable declive, sin embargo del cual se puede subir á caballo, buscando las líneas de menor pendiente.

Llamo desde luego la atencion sobre esta altura, por la influencia que tiene sobre el valor actual de esta mina, sobre su expectativa probable y sobre las condiciones de su explotacion.

En el punto de la cima del cerro, á que corresponde la presion observada que sirvió para calcular la altura, se descubre, aun á la distancia, una roca saliente, muy extensa y robusta, que sigue una direccion determinada y se asemeja á los picos que generalmente se designan con el nombre de *bufas.*

El más ligero exámen de esta roca permite reconocer en ella el creston de una veta.

Su masa consiste en una pizarra metamórfica íntimamente mezclada con el cuarzo, y pasando en muchos puntos á siliza-pizarra.

Su color es azul violado claro, pasando á rojo agrisado; su estructura es muy confusa, notándose una regularidad aparente en la figura pseudo-prismática de los fragmentos, y en muchos puntos, y muy particularmente en las cavidades y las grietas, se notan los colores verde y azul de las sales de cobre que les están adheridas, formando pegaduras. La estratificacion en los puntos en que puede observarse, es de N. O.-S. E.

Hay grandes masas en este creston, en las que los caractéres que acabo de señalar cambian completamente; consistiendo este cambio en la extension ocupada y el volúmen adquirido por el cuarzo, que no sólo puede considerarse como mezclado al creston, sino que contribuye á formar su masa.

Este cuarzo es el compacto y el hialino, de lustre que varía entre el de vidrio y diamante, presentando en algunas cavidades cristales bien definidos, y en otras impresiones piramidales.

Este creston, en toda la longitud en que se distingue, sigue la direccion general de N. S. y una anchura média de 7 metros.

Los datos de composicion y de estructura que tan ligeramente he mencionado, no son, como á primera vista podria creerse, de un interes científico secundario, y en sus relaciones industriales inconducentes: contribuyen en no pequeña escala, para fundar una opinion respecto de la naturaleza del criadero, resolviendo una de las cuestiones de más interes para formarse una idea exacta, así de la importancia de éste como de su expectativa, su duracion, medios de explotarlo y costo de su explotacion.

Se sabe, en efecto, que el mineral que en este criadero se encuentra, presenta diferentes clases de yacimientos, los que se pueden referir á tres principales: las vetas, los criaderos irregulares ó los criaderos de contacto, y los nudos ó granos diseminados en los terrenos de estratificacion; y es indispensable definir, ante todo, de una manera precisa y con razones fundadas, si se trata de una veta ó de alguno de los otros criaderos irregulares.

La necesidad, pues, de fundar mi opinion, así en ésta como en las otras conclusiones, me obliga ahora y me obligará en adelante, á detenerme en consideraciones de este género, donde debo buscar las premisas para deducir las consecuencias.

Los caractéres que este creston presenta se reducen á ésto solo: ni la distribucion del metal, que en toda su masa es invisible, ni la regularidad de sus respaldos que en ninguna parte se descubren, ni el sentido de la inclinacion, oculta por la roca en que arma, pueden auxiliar en el estudio de esta cuestion preliminar; pero las excavaciones de que voy á dar una idea, permiten recoger los datos que faltan.

La primera consiste en un tiro inclinado que tiene 3.50×3.00 metros de seccion, y que en la direccion de O. E. alcanza la longitud de 21.50 metros. En la tabla N. se comienzan á ver masas de galena, y con ellas la roca teñida por los colores verde y azul mencionados al describir el creston.

Cambiando ligeramente la direccion, se llega á un gran *comido*, cuya capacidad es de 220 metros cúbicos, notándose, tanto los planes como el cielo y las tablas, tapizados por la galena.

En el punto en que se encuentra este comido, se ve la galena casi pura, colocada en cintas ó fajas cuya anchura média es de 60 centímetros, que tienen la direccion general de N. S., y que alternan con fajas de cuarzo mezclado con la siliza–pizarra del creston, cuya anchura es variable.

La distribucion de la galena en la parte descubierta por la excavacion, no tiene en toda la masa la regularidad señalada, y en algunos tramos presenta un ensanchamiento de consideracion, donde el mineral constituye verdaderas masas de algunos metros cúbicos.

La regularidad en los hilos, la constancia en su direccion, la uniformidad con que alternan con la parte estéril, y aun la inclinacion que ya á la profundidad alcanzada se observa, son otros tantos datos que inducen á considerar como veta regular el criadero á que se refieren.

Las vetas de esta naturaleza constituyen el tipo de una clase particular de vetas que los geólogos han designado con el nombre de *vetas plomíferas*, en cuya denominacion parece que toman

la parte por el todo, acaso por ser la galena el único mineral de plomo que se encuentra en la naturaleza en depósitos considerables, puesto que las otras combinaciones como el carbonato, el sulfato y el fosfato, acompañan siempre á la galena, pues cuando se encuentran solas están en cantidades tan pequeñas, que ni aun se pueden considerar como minerales explotables.

Esta clase de vetas es enteramente distinta de otra que los mismos geólogos llaman *vetas estaníferas*, que tienen con las primeras diferencias esenciales, que están fundadas en su mineralizacion, en su modo de formacion y en su edad relativa; es decir, que se distinguen por diferencias mineralógicas, geognósticas y geológicas.

Por lo primero, los minerales que entran en la formacion de las vetas de la primera clase, son en lo general sulfuros y óxidos, siendo sus matrices más comunes la caliza, el cuarzo, el espato fluor y la baritina.

Respecto de lo segundo, su regularidad es constante, es decir, que en grandes longitudes y profundidades conservan su direccion y su espesor, y el metal que contienen está generalmente colocado en fajas paralelas que alternan con la matriz.

Y en cuanto á lo tercero, su yacimiento más general se encuentra en terrenos pizarreños y de transicion, y son de una época geológica moderna.

Refiriendo este conjunto de caractéres generales al criadero de cuya clasificacion se trata, se ve que el mineral dominante es el sulfuro de plomo, el que en algunos puntos está asociado al óxido del mismo metal, y más extensamente con metales oxidados, como el carbonato de plomo, el carbonato y el sulfato de cobre, de cuyos compuestos recogí ejemplares, de los cuales presento la descripcion y ensayes en el lugar respectivo. La matriz dominante es el cuarzo.

La poca profundidad alcanzada por las excavaciones, que sólo han llegado á la de 30 metros, no permite apreciar la constancia en la inclinacion; y la misma cortedad en el sentido de la direccion, que sólo ocupa una longitud de 48 metros, deja la misma duda respecto de la anchura, cuyo carácter es tanto más confuso, cuanto que no se ha llegado á atravesar la veta por un cru-

cero que descubra ambos respaldos, pues la obra con que se cortó en el bajo es un pozo apatillado en el sentido del recuesto. Esto no obstante, los caractéres indirectos que se deducen de la estructura visible, hacen suponer la constancia general de esos elementos.

La naturaleza de la roca en que arma este criadero y la posicion que su creston ocupa, respecto de la pizarra que la corta casi perpendicularmente, no dejan duda respecto de la existencia de la tercera condicion.

Creo, por lo mismo, poder deducir que el criadero en cuestion es una verdadera veta: como tal la consideraré para mis apreciaciones, mis juicios y mis consecuencias posteriores.

Pero ántes de pasar adelante, debo dejar consignada una observacion que coloque dentro del campo de nuestras previsiones, cualquier cambio de direccion que lleguen á descubrir los trabajos.

Tal observacion se reduce á hacer ver que *algunas veces las vetas plomíferas se ramifican en numerosas direcciones*, y forman, segun la opinion de Burat, una especie de cúmulos (stockwerks) en una escala considerable.

En apoyo de esta observacion, que tanto conviene tener presente para la direccion en la marcha del laboreo y para el valor industrial del criadero explotable, me permitiré citar las palabras del distinguido profesor de explotacion de minas, al hablar de las que se explotan en los Distritos metalíferos de Alemania.

«La direccion de las vetas de Clausthal, dice, varía segun ciertas circunstancias locales, entre las que figura en primer término la naturaleza del terreno en que arman. De aquí resulta que si se trata de reducir estas diferencias á una direccion média determinada, será necesario admitir la combinacion de seis de estas direcciones accidentales para tener la direccion média de la veta principal; además, la misma direccion está sujeta á alterarse, dando con estas alteraciones la direccion general de varias vetillas paralelas.»

Fijada ya la naturaleza del criadero, y establecidas las condiciones generales de su yacimiento y posicion, creo deber pasar al exámen de su estado actual, considerado como una mina ex-

plotable; de las probabilidades que acompañan á su expectativa y del valor que le corresponde como centro de una empresa industrial.

Desde luego esta mina está enteramente vírgen, puesto que las excavaciones que en ella se han hecho son insignificantes, y sólo han servido para descubrir su riqueza en metal: todos los trabajos conducentes á la formacion de un laborío y á la organizacion de los trabajos, están por hacer; y los datos cuya adquisicion inmediata está reclamando el estudio, consisten en la determinacion de la importancia del mineral, y en la naturaleza y costo de las obras que para su extraccion deben emprenderse.

Sin necesidad de reconocimiento alguno químico, ni aun del más ligero exámen mineralógico, se descubre la galena como el compuesto metálico esencial y dominante; así es que desde luego se puede calificar la mina que lo contiene como mina de plomo.

La galena, que como se ha dicho, es el compuesto esencial, se presenta con su color gris de plomo azulado en la textura reciente, donde se ve tomada del hierro pavonado; resplandeciente, de lustre metálico.

Su textura es hojosa, plana y perfecta, de triple crucero que descubre las caras del cubo.

Las hojas son muy pequeñas, y vistas segun un corte trasversal, se asemejan á las hojas de un libro. Su dureza es de 3.50, es frágil y la raspadura del mismo color.

La pequeñez de las caras hace adivinar la presencia en la galena de algunos otros compuestos, de los que, el más probable, es el sulfuro de plata.

Al soplete se nota el olor del selenio, de cuya sustancia se comprueba la presencia por el anillo rojo que forma en el tubo á la accion del calor.

Es, pues, una galena selenífera, cuya riqueza en plomo es de 79.25 por 100, y cuya riqueza en plata, determinada por el ensaye á la mufla, es de 0.375 marcos por carga, lo que corresponde al 0.06 por 100.

El óxido de plomo es una ligera pegadura sobre la galena, cuyo ensaye no presenta interes alguno.

Otro tanto puede decirse del carbonato, que para reconocerlo

separadamente hay necesidad de aislarlo de la masa de galena á que está adherido; y en cuanto al sulfato de cobre, su presencia sólo influye para hacer bajar la ley en plata y en plomo de los minerales que acompaña.

Así se ve que el mineral en que abunda el carbonato de cobre, sólo tiene de plomo 48 por 100, y de plata 0.3 marcos por carga, ó sea 0.05 por 100. Y el que contiene sulfato, 38 por 100 de plomo y 0.25 marcos de plata, ó bien 0.04 por 100.

Estos resultados corresponden á muestras cuidadosamente separadas de la matriz y á propósito para practicar en ellas los reconocimientos esenciales.

Para tener los ensayes que den una idea del mineral obtenido por la extraccion, sin otra limpia que la debida á la tosca de la pepena, presentaré los tres siguientes, de los que el primero corresponde al mineral procedente del centro de las fajas metálicas; el segundo al que resulta de las zonas terrosas en que el mineral está diseminado, y el tercero el que contiene cobre.

	Plomo	Plata	Oro
Núm. 1......	79.25 por 100......	0.375 marcos por carga......	Vestigios.
Núm. 2......	63.33 »	0.298 » »	00.
Núm. 3......	48. »	0.30 » »	00.

Estos resultados indican que la riqueza de plomo basta por sí sola para que la explotacion de la mina se haga con el exclusivo objeto de aprovechar este metal.

Considerándola bajo este aspecto, que es el primero en que se presenta y el que determina su valor propio, me detendré en los medios de realizar su explotacion, reservando para despues relacionarla con las demas minas reconocidas, en cuyas relaciones están la principal aplicacion de sus productos y las bases conducentes al establecimiento de una negociacion minera de importancia.

La ligera descripcion que he hecho de las excavaciones que constituyen la mina «Corona de Dolores,» hace ver: 1º, que no existe laborío, siendo necesario comenzar por establecerlo; 2º, que el centro en que deben empezar los principales trabajos, está en la cima de un cerro, cuyo acceso, indispensable en la actuali-

dad, debe evitarse cuando la explotacion haya alcanzado su completo desarrollo; 3º, que á juzgar por las probabilidades que se apoyan en los principios reconocidos y en los hechos comprobados, la masa de la veta explotable en el sentido vertical, debe conservarse en toda la altura del cerro, y en la profundidad debida al orígen y centro de su emision, lo que constituye una expectativa muy lisonjera.

Tomando esta conclusion como base, ó por lo ménos como un auxiliar para las determinaciones definitivas, y dejándose guiar en éstas por los hechos consignados en las dos primeras, resulta que el plan de trabajos debe comprender dos puntos inmediatamente: 1º, la formacion del laborío en el punto reconocido por las excavaciones existentes, y 2º, la habilitacion de una obra para hacer el servicio de la mina á una altura menor.

Para lo primero, conviene recordar que en todo trabajo de explotacion, sea el que fuere, debe comenzar á atacarse el criadero por obras preparatorias, cuyo objeto es disfrutarlo con órden, sin confusion, con economía y de una manera completa; ésto es, sin exponerse á dejar masas de mineral más ó ménos extensas, sepultadas bajo los escombros de derrumbes imprevistos, ó lugares que los peligros que ofrecen los hacen inaccesibles, por ser muy costosas las precauciones aconsejadas por la seguridad.

Esta condicion general es tanto más practicable en el caso presente, cuanto que dichas obras preparatorias son á la vez de disfrute, vista la distribucion del mineral en la veta. En ellas, pues, debe fijarse desde luego la atencion, relacionándolas por supuesto, con las obras de disfrute, para lo que es preciso comenzar por decidir el método de explotacion que debe adoptarse.

La anchura de la veta, que, segun lo expuesto, se ha reconocido ser de 7 metros, indica por sí sola que el método que debe emplearse en su explotacion, es el de *labores atravesadas ó de cañones y cruceros.*

Para aplicarlo, comenzando por abrir las obras preparatorias y aprovechando las que ahora existen, se debe ante todo hacer en el pozo que sirve de entrada, y que durante mucho tiempo ha de servir para el tránsito, para la extraccion, y en una palabra, para todo el servicio de la mina, los rebajes necesarios para la

comodidad, economía, seguridad personal y aprovechamiento en los trabajos.

Al mismo tiempo se debe continuar el cuele del pozo con la seguridad debida, sin que la presencia de un clavo extenso de metal decida á abandonarla, acercándose cuanto sea posible al bajo de la veta, á fin de que toda la masa de ésta quede al alto del testero superior de este pozo, que en el sistema seguido viene á ser el *pozo maestro*, que es verdaderamente un tiro.

Sin abandonar el cuele de este tiro, cuyos planes deben ser más profundos que todas las demas obras, deben romperse á uno y otro lado cañones á hilo de veta, siendo éstos los que constituyen las primeras, las principales y más necesarias obras preparatorias.

Como estos cañones han de fijar el límite de la explotacion en el sentido del bajo, se han de acercar á este respaldo cuanto sea posible, es decir, que el cañon al Norte deberá llevar sobre este respaldo su testero Oriente, y el cañon al Sur su testero Poniente. Los otros dos testeros, es decir, el Poniente del cañon al Norte y el Oriente del cañon al Sur, irán sobre metal, constituyendo, por lo mismo, verdaderos cañones de disfrute.

La amplitud de estos cañones será la que permita la solidez del terreno, pudiendo ensancharla para aumentar la extraccion á pesar de las *blanduras* que se presenten, apelando á la fortificacion para evitar un derrumbe que, en esta clase de obras, es siempre de gran trascendencia y de suma consideracion. Su altura puede ser de 2 á 2.50 metros.

Los puntos en que es conveniente romper estos cañones, serán los que se encuentren á 20, 30, 40 y 50 metros de la boca del tiro; es decir, dejando entre uno y otro una distancia de 10 metros si la roca es bastante sólida, y de 15 ó más si no es bastante firme.

La longitud que ha de darse á estos cañones variará con la amplitud que se quiera dar á la zona por explotar; pero como indicacion conveniente, debe hacerse la de continuar el cuele de sus frentes, al mismo tiempo que el cuele del plan del tiro, y que la apertura de las otras obras de que voy á hablar en seguida.

Estas obras son las primeras de disfrute propiamente dichas, á la vez que las últimas preparatorias; y las que, por las indica-

ciones que dan, pueden considerarse como las más esenciales entre las obras de exploracion. Son verdaderamente labores trasversales ó atravesadas que dan el nombre al sistema, y consisten en cruceros abiertos hácia el alto de la veta, que la atraviesan en toda su masa.

Estos cruceros reunen el triple carácter que les he señalado: porque estando sobre el cuerpo y la masa misma de la veta, arrancan de ella el metal que contiene en el tramo que ocupan, lo que les da el carácter de obras de disfrute; preparan los *macizos de reserva* y las capas cuyo tumbe constituye la explotacion propiamente dicha, por lo que se pueden considerar como obras preparatorias; y por último, miden con toda exactitud el ancho de la veta, determinan la estructura de ésta, la distribucion del mineral en su masa, la extension relativa de sus matrices, la naturaleza, espesor y colocacion de sus guardas, la composicion, firmeza y demas condiciones de sus respaldos, etc.; por lo que son verdaderas obras de exploracion.

Dichas obras son las que se deben emprender luego que las frentes del cañon principal ó *cañon de prolongacion* estén suficientemente avanzadas, es decir, cuando en su avance se hayan satisfecho las condiciones que paso á exponer.

A una distancia proporcionada de la frente, se romperá un crucero, cuyas dimensiones dependerán de la firmeza de la veta, y que por término medio pueden ser de 2.50 á 3 metros de ancho, por 2 ó 2.50 de alto. En cuanto á su longitud, será la del ancho de la veta. Al mismo tiempo se romperá otro crucero, más retirado de la frente y á una distancia del anterior tal, que entre uno y otro puedan caber tres de las mismas dimensiones, y al mismo tiempo tambien se romperán otros iguales á los primeros y en las mismas condiciones de distancia, hasta llenar el espacio comprendido entre la frente del cañon principal y el tiro.

Suponiendo que el cuele de la frente continúa, se abrirán nuevos cruceros á medida que se vayan ganando los espacios necesarios para satisfacer las condiciones señaladas.

Estos trabajos deben ser simétricos á uno y otro lado del tiro, en las dos partes del cañon principal.

Puede suceder que en el cuele de alguno ó algunos de estos

cruceros, la veta no presente la firmeza necesaria, y entónces es preciso sostener la parte floja con un ademe *de prestado*, que cuando se ha llegado al alto de la veta, se quita, retrocediendo, reemplazándolo por trinchas formadas con los mismos escombros.

En la mina de que me estoy ocupando, la diseminacion del mineral sobre la matriz, hace suponer que los escombros que resulten sean insuficientes, y en este caso se completarán los que falten con los que se hayan obtenido por el cuele del cañon.

Por esta disposicion la veta no pierde su solidez, los macizos de reserva quedan convenientemente preparados, y los ademes, despues de haber servido, pueden utilizarse para otros trabajos semejantes ó idénticos.

Cuando se haya acabado de rellenar estos cruceros, se procederá á la apertura de los inmediatos, y que llevan el nombre de segundos cruceros: los trabajos conducentes á su apertura son los mismos; y en cuanto á la colocacion del ademe provisional, debe tenerse presente la poca resistencia que ofrece el contacto con el crucero inmediato, donde en vez de roca firme se encuentra la trincha con que se ha rellenado.

Lo mismo sucede con los terceros cruceros; y en cuanto á los cuartos, como de uno y otro lado se tienen trinchas ó atierres, en lugar de roca firme, habrá que poner dobles puntales para la seguridad y resistencia.

Concluida que sea esta operacion, se habrá disfrutado una capa, cuyo espesor será el de la altura que se ha dado á los cruceros; su anchura, la misma de la veta, y su longitud, la correspondiente al tramo explotado.

Como en esta parte de mi Informe debo consignar el plan general de trabajos de explotacion, así para indicar lo que de ella debe esperarse, como para apoyar el presupuesto de gastos, haré notar que concluido el disfrute de esta primera capa, se emprenderá el de otra, encima de la primera, y por el mismo método, y así el de otra y otra, retacando el cañon de prolongacion cuando ya no sea necesario.

Por lo expuesto se ve que los trabajos conducentes á la explotacion de la mina, pueden emprenderse en la escala que se quiera, puesto que, en el sentido de la longitud de la veta, se tie-

nen disponibles 600 metros, que corresponden á tres pertenencias; y en el de la profundidad, además de la altura del cerro, la que alcance la veta más abajo.

Mas para tratar este punto en concreto, es necesario fijar un límite, para limitar tambien las deducciones y restringir los cálculos.

No todas las obras señaladas en el plan desarrollado en las consideraciones anteriores, se pueden ni se deben hacer simultáneamente, y me fijaré, por lo mismo, en las que se pueden llamar preparatorias; es decir, en el cuele del tiro, en la apertura del cañon de prolongacion y cuele de sus frentes, y en la apertura de los primeros cruceros.

Antes de pasar adelante con estas consideraciones, debo hacer notar la necesidad que hay de dar ventilacion á los labrados cuando éstos hayan avanzado lo suficiente, para que el aire exterior no tenga acceso por su simple fuerza elástica.

Esta ventilacion, que pudiera llamarse parcial, no es la que de una manera definitiva debe habilitar todo el laborío, y de la que hablaré despues; sirve únicamente para determinada zona, ocupada por los primeros trabajos, y puede obtenerse por la apertura de una lumbrera convenientemente calculada, cuyos efectos pueden reforzarse, y á mayores profundidades extenderse, por las comunicaciones respectivas que se vayan estableciendo con los progresos de la explotacion.

He dicho que el plan inmediato de los trabajos debe comprender dos puntos: el que acabo de reseñar, y el que tenga por objeto la «habilitacion de una obra para hacer el servicio de la mina á una altura menor.»

Con tal objeto, es de aprovecharse un socavon abierto en la falda del cerro de «La Campechana» y trazado perpendicularmente á la veta, de suerte que la cortará á una profundidad que no debe bajar de 70 metros.

Este socavon, que segun informes particulares tiene un cuele de 40 á 50 metros, está aterrado en la boca; su continuacion es un trabajo que debe emprenderse, pues una vez barrenado con el laborío, establecerá en él una buena ventilacion y favorecerá notablemente el servicio de la mina.

La longitud que sacará este socavon desde el punto en que está comenzado hasta el corte de la veta, que segun los cálculos del Sr. Romero, resultará de 135 metros, y las obras que en ella conviniera dar para establecer ventajosamente la comunicacion, serán el objeto de medidas especiales.

Esta obra, pues, será la que, juntamente con las ántes mencionadas, deben dar principio á los trabajos, y ser por consiguiente la base del presupuesto de gastos que hay que erogar en su ejecucion. Dichas obras, expresadas en un resúmen general, son las siguientes:

1ª Rebajes en el tiro para facilitar la entrada y los trasportes.

2ª Cuele del tiro para avanzarlo respecto de las demas obras del laboreo.

3ª Cuele de dos frentes á hilo de veta para formar el primer cañon de prolongacion, ó el piso número 1.

4ª Apertura de los primeros cruceros de disfrute.

Respecto de estas obras conviene hacer una advertencia.

En las primeras semanas no pueden emprenderse por falta de espacio; pero cuando las frentes estén suficientemente avanzadas, deben desde luego comenzarse.

Como el presupuesto de gastos debe referirse á un período de tiempo determinado, tomaré para hacer esta referencia, un tercio de año, ó sean 17 semanas, en cuyo tiempo se habrán colado por término medio 30 metros en cada frente del cañon, lo que permitirá abrir seis cruceros.

Aunque en los primeros dias no debieran considerarse estos trabajos, los hago figurar porque el costo de su ejecucion puede aplicarse á ciertos aumentos en destajos, merma de fierro, empleo de pólvora, y otros no previstos y debidos á aumento en la dureza de la roca, ó á trabajos preparatorios á mayor profundidad, cuya conveniencia resulte notoria á juicio del director de los trabajos.

5ª Apertura de la lumbrera á dos cabos.

6ª Desatierre y limpia del socavon.

7ª Cuele del socavon.

8ª Fortificacion de mampostería y madera, comprendiendo en esta última la compra y colocacion de escaleras.

Antes de proceder á la ejecucion de estos trabajos, es indispensable la de otros, que se pueden llamar de instalacion, que consisten en el arreglo de un patio de quebradero, la construccion de una galera para cubrir el mineral, la de un cuarto para la herramienta y abastos, otro para el velador, y establecimiento de una oficina de ensaye.

Hay necesidad tambien de hacer las compras indispensables para las diversas operaciones, como herramienta, papel, pólvora, velas, chiquihuites, reatas, carbon, madera, etc., etc., cuyos efectos, aunque no se acopien por la falta de almacenes, deben hacer figurar su costo para las apreciaciones indicadas.

Tambien hay que consignar los gastos generales y de administracion, entre los que se debe comprender la planta de empleados.

Con arreglo á estas bases generales, he formado el presupuesto que como complemento de las consideraciones expuestas acompaño, haciendo en él las divisiones indicadas y suprimiendo los detalles que no son del todo conducentes.

Haré observar como aclaracion de algunas partidas, que á cada parada de barreteros se da la herramienta siguiente: 3 cuñas, con peso de 1½ libras fierro y 1 libra acero; 8 barrenas, con el peso de 50 libras fierro y 4 idem de acero; 2 picos con el peso de 12 libras; 1 atacador con 5 libras fierro y ½ libra acero; 1 cucharilla con el peso de ½ libra; 1 wíngaro, 1 barra y 1 pala.

Con estos datos, y el costo de fragua y obra de mano, resulta el costo de la herramienta, en las circunstancias de Guanajuato, del valor siguiente:

Valor de una cuña nueva...	$0 41	Valor de un pico...........	1 29
Idem medio de una barrena.	0 95	Idem de un atacador.......	0 71
Idem de una barra..........	1 04	Idem de una cucharilla.....	0 09

Segun ésto, el importe de la herramienta de cada parada de barreteros, será la siguiente:

3 cuñas á 41 centavos	$ 1 23
8 barrenas á 95 centavos	7 60
2 picos á 1 peso 29 centavos	2 58
1 barra á 1 peso 4 centavos	1 04
1 wíngaro á 38 centavos (precio del catálogo)	0 38
1 pala á 1 peso 50 centavos (precio del idem).....	1 50
1 atacador á 71 centavos	0 71
1 cucharilla á 9 centavos	0 09
Valor total de la herramienta de una parada....	$15 13

En las diez y siete semanas á que estos cálculos se refieren, hay que hacer algunas reparaciones para tener completa la herramienta, las que implican un aumento de un 20 por 100.

Generalmente los barrenos tienen una longitud média de 50 centímetros y su carga es de 10 onzas de pólvora comun, y cada parada, durante su cuarto de trabajo, pega 2 barrenos; de suerte que el número de barrenos diarios será de 56 y el empleo de pólvora de 35 libras: en una semana, de 2 quintales y 10 libras, y en 17 semanas, de 35 quintales, 2 arrobas y 20 libras.

Bajo la misma base he calculado el gasto de papel para cañuelas y cajillas, sebo, etc.

Conforme á este cálculo, el presupuesto asciende á diez y nueve mil ochocientos ocho pesos y cincuenta centavos, ó veinte mil pesos en números redondos, segun se expresa á continuacion:

Presupuesto de los gastos que es necesario erogar en la mina «Corona de Dolores» para la instalacion de sus trabajos y la ejecucion de éstos durante diez y siete semanas.

GASTOS DE INSTALACION.

Rebajes y construcciones para la habilitacion del patio de quebradero	$ 500 00	
450 metros cuadrados galera, á 1 peso 25 centavos	562 50	
Cuartos para el velador y los abastos	1,500 00	
Establecimiento y habilitacion del ensaye	500 00	
Fragua, fuelle, yunque y demas útiles	460 00	
Libros, papel y objetos de escritorio y administracion	400 00	
Un teodolito Troughton & Simms	280 00	
Cadenas, cintas y útiles de dibujo	110 00	
6 carretillas de mano á 6 pesos	36 00	
2 romanas de 20 arrobas á 0.75 arroba	30 00	
4 caballos á 50 pesos	200 00	
2 mulas aparejadas á 70 pesos	140 00	$ 4,718 50

ABASTOS PARA 17 SEMANAS.

Herramienta para 28 paradas, á 15 pesos 13 centavos	$ 423 64	
Aumento por las reparaciones en 17 semanas	84 72	
2 cajas acero á 25 pesos	50 00	
36 quintales pólvora á 12 pesos	432 00	
Al frente	$ 990 36	$ 4,718 50

Del frente	$ 990 36	$ 4,718 50
1 tercio papel cañuela (10 resmas)	30 00	
80 arrobas sebo labrado á 3 pesos 50 centavos	280 00	
500 arrobas carbon á 12½ centavos	62 50	
2 gruesas costales á 18 pesos	36 00	
50 vigas á 1 peso y 50 viguetas á 75 centavos	87 50	
10 gruesas lazos á 2 pesos 25 centavos	22 50	
20 picos quebradores á 2 pesos	40 00	
12 palas idem á 1 peso 50 centavos	18 00	
Pasturas para 6 bestias	238 00	
Gastos no previstos y extraordinarios	195 14	$ 2,000 00

Gastos semanarios.

Sueldo del Ingeniero Director	$ 60 00	
Idem del Minero mayor	25 00	
Idem del Administrador y Cajero	30 00	
Idem del Rayador-escribiente	20 00	
2 Mineros de cuarto	20 00	
1 Capitan de patio	6 00	
1 Velador recibidor	10 00	
1 Idem de noche	6 00	
1 Romanero	6 00	
1.50 metros cuele probable en el socavon, á 40 pesos	60 00	
2 idem idem en el tiro, á 30 pesos	60 00	
4 idem idem frentes del cañon, á 25 pesos	100 00	
6 idem idem lumbrera, á 20 pesos	120 00	
8 paradas de obra á 16 pesos diarios	96 00	
Raya de Ademadores en dos dias, á 2 pesos 50 centavos	5 00	
30 peones en 6 dias, á 3 reales	67 50	
Gastos de fragua	25 00	
6 quebradores á 50 centavos	18 00	
2 mozos	10 00	
Gastos de administracion, correo, etc	25 50	
Total de gastos semanarios	$ 770 00	
Idem en 17 semanas		$ 13,090 00
Gasto total		$ 19,808 50

Es decir, que con esta cantidad se pueden organizar y sostener los trabajos durante un tercio de año.

Sobre esta cantidad hay que hacer algunas observaciones.

En primer lugar, el estado que presenta la mina y del que se hizo ya mencion, hace conocer que desde los primeros trabajos que se emprendan se tendrá metal, cuya extraccion aumentará con los avances del laboreo.

Este metal representa un valor, y sea cual fuere el uso que se haga de él, este valor puede abonarse al de las exhibiciones que haya que hacer para completar el presupuesto anterior, reduciéndolo notablemente.

En segundo lugar, este presupuesto sólo se refiere á los trabajos de la explotacion, que por sí solos son insuficientes para alcanzar los productos, y para lograr éstos se presentan tres caminos: el de la exportacion del mineral extraido, el de su tratamiento metalúrgico para separar el plomo de las matrices y de los acompañantes con que se mezcla, y de las sustancias que lo tienen en combinacion, y el de emplearlo como *metal fundente* en el beneficio de los minerales de plata, procedentes de las otras minas que he examinado, y de las que debo tambien ocuparme en este Informe.

Los dos primeros medios deberian discutirse y examinarse en el caso de que hubiera que considerar la mina aisladamente, y como negocio único é independiente de cualquiera otro centro de produccion; pero el tercero es el que corresponde examinar en el caso presente, en que esta mina de plomo debe relacionarse con las minas de plata mencionadas, viniendo á ser parte esencial de un todo que, como se va á ver, es el centro de una empresa minera de importancia.

Para darlo á conocer pasaré á ocuparme de las citadas minas.

A la distancia de 20 kilómetros de la mina «Corona de Dolores,» y á una distancia poco más ó ménos igual de las poblaciones de Leon, perteneciente al Estado de Guanajuato, y de Lagos, perteneciente al de Jalisco, á las que se halla unido por caminos carreteros, está la poblacion de Comanja, centro de un Mineral digno de estudio.

La roca que domina en toda esa region es el granito, al que está asociada la sienita, es decir, un granito en el que la mica está reemplazada por la anfíbola.

El simple exámen de estos granitos cuyos pormenores litológicos no me detendré á considerar, hace ver la poca constancia de la mica, pues he recorrido grandes tramos en que esta sustancia falta completamente, constituyendo así la roca una verdadera pegmatita, deleznable en lo general.

El granito, en los puntos en que está bien caracterizado, es muy duro y compacto, y se emplea ventajosamente para construir el fondo de los arrastres y las piedras voladoras.

En este estado, por el roce continuo, adquiere un gran pulimento, lo que si bien es cierto que lo hace muy á propósito para afinar la molienda, obliga á aumentar la vigilancia en los arrastres, para tener siempre en ellos, por lo ménos una voladora nueva ó en estado de medio uso, para aprovechar la aspereza de su cara en el primer período de la porfirizacion.

Entre las numerosas minas que existen en este Mineral, mencionaré las que están denunciadas por la Empresa en cuyo favor rindo el presente Informe.

La primera de estas minas es la de San Vicente, situada al N. de Comanja, de cuya poblacion dista 6 kilómetros, abierta en la cima de un cerro, cuya altura sobre el nivel de la plaza es de 372 metros, y cuya roca dominante es un pórfido feldespático ligeramente descompuesto por la alteracion del feldespato.

Sobresale en esta roca el creston de la veta, que tiene la direccion general de S. E.-40°-N. O. con la inclinacion de 37° al S. O.

Las excavaciones hechas para registrar esta veta y que constituyen la mina, consisten en un pozo apatillado entre el alto y el bajo, que con la direccion general de N. á S. alcanza la profundidad de 8 metros, en la que se ha roto una frente hácia el N. O. á hilo de veta, formando un cañon de 8 metros.

En este cañon el metal está localizado en el bajo, y colocado en cintas cuya anchura varia entre 55 y 85 centímetros.

La matriz es cuarzosa, la pinta dominante el sulfuro de plata, los acompañantes galena y pirita blanca: ambas sustancias, en cantidad muy pequeña, por lo que se puede decir que la pinta es muy limpia.

Su ley es de 4 marcos por carga ó 40 por monton.

Este cañon se llama la Providencia. Paralelo á él y á la distancia de 4 metros, está otra frente que comunica con una abra natural, y que por esta razon lleva el nombre de El Abra. En ella el mineral es idéntico en su matriz y compuesto argentífero, y su ley en plata es de 6.64 marcos por carga.

Con la misma direccion general y la longitud de 5 metros, está

el cañon de San Pablo, en el que se descubre la veta muy ramaleada, pues toma un rumbo de 55°.

El mineral no cambia en su composicion y da la ley de 6.20 marcos.

Sigue el cañon de San José, abierto sobre la veta y siguiendo un hilo metálico, muy irregular en su direccion, pues tiene la de S. O.-50-N. E. Este hilo está localizado en la region del N. O., y sin alterar sus caractéres, da la ley de 3.15 marcos por carga, y su anchura es de 25 á 40 centímetros.

Otro de los puntos en que el mineral se encuentra descubierto, es el rebaje de La Luz, de donde se sacaron unas muestras que ensayaron 3.25 marcos.

El exámen mineralógico de los diversos puntos estudiados, demuestra la constancia en la mineralizacion de la veta: la irregularidad en sus excavaciones pone en relieve la imperfeccion en sus trabajos, y las leyes descubiertas por el ensaye, su importancia para la explotacion.

Esta, en mi concepto, debe limitarse á regularizar el laboreo continuando las obras de disfrute que existen en la actualidad, avanzando frentes y reservando las obras preparatorias puramente muertas, para cuando el desarrollo en los demas trabajos permita emprenderlas sin un fuerte gravámen.

Creo que para organizar una explotacion productiva con las restricciones indicadas, bastará un capital de diez mil pesos.

Tambien aquí debo hacer observar que como desde el principio de los trabajos se obtendrá mineral beneficiable, el producto de éste puede aplicarse á las exhibiciones posteriores, disminuyendo la exhibicion total.

La otra mina que la misma Compañía tiene denunciada, es la llamada «La Asuncion,» que de todas las existentes en el Mineral de Comanja, es una de las más recomendadas por sus tradiciones, de las más importantes por sus antecedentes y de las más ricas por el aspecto que presentan los desechos de la antigua extraccion acumulados en sus terreros, entre los que se encuentran ejemplares ricos que contienen plata nativa en abundancia.

En mi visita á este Mineral tuve ocasion de ver, en poder de varios vecinos, ejemplares de diferentes labores de esta mina y

sus anexas, notables por su abundancia en plata, por la uniformidad de su composicion y por la constancia de su pinta.

Las condiciones en que ha puesto á esta mina el abandono, haciéndola inaccesible por falta de escaleras, no me permitió recoger en el centro mismo del criadero los datos que me han servido en mi estudio; pero los he tomado en los terreros, que son los testigos irrecusables de los trabajos antiguos, porque conservan los caractéres de las labores de donde procedieron y la huella de los trabajos que en ellas se ejecutaron.

En estos terreros, donde muchos pepenadores todavía hoy buscan y encuentran su subsistencia, se pueden ver, con un ligero exámen, todas las condiciones litológicas y mineralógicas de las vetas de donde se extrajeron los desechos que los forman: se ve la roca en que arma la veta, que se puede comparar con la masa general en que está ubicada la mina y en que están abiertas las excavaciones; se ven los relices que constituyen los respaldos, adheridos á algunos fragmentos más ó ménos voluminosos, en lo general estériles, con alguna frecuencia mezclados con partículas de mineral muy diseminadas en la masa, y en algunos casos ricos; se ven las guardas marcando la línea de separacion entre el cuerpo de la veta y la roca en que arma, fuertemente impregnada de mineral; se ve éste con sus caractéres propios, con sus acompañantes y matrices, y aun la estructura de la veta se ve en algunos ejemplares, marcados por sus simétricas y bien ordenadas cristalizaciones.

Sin exageracion puede decirse que estos terreros constituyen un libro abierto, en cuyas páginas se pueden estudiar las condiciones generales del laborío y la naturaleza particular de las labores.

De este estudio resulta que la roca en que arma la veta es un pórfido diorítico, en lo general alterado por la descomposicion del feldespato: esta misma roca, cubierta de pegaduras de espato calizo, constituye las guardas; y el mineral, cuya matriz es el cuarzo, consiste en plata nativa, plata sulfúrea y algo de polibasita.

La plata nativa está generalmente en pegaduras, y muy frecuentemente en granos muy pequeños: la generalidad con que

este modo de ser se presenta, ha hecho que constituya un carácter local, por el que, el mineral que lo presenta, lo designan los prácticos con el nombre de *rasposo*.

Los acompañantes son la pirita en muy pequeña cantidad, y como por accidente la galena y la blenda: este último sulfuro en una proporcion insignificante.

En cuanto á la ley, he practicado dos series de ensayes, de los que he tenido cuidado de excluir los ejemplares muy ricos: la primera se refiere á los ejemplares en que la plata nativa es visible, y la segunda á aquellos en que no se ve ni con la lente: unos y otros están tomados de diferentes puntos del extenso terrero, el que, sea dicho de paso, ha sido varias veces removido por los buscones que sin cesar lo han registrado.

El resultado obtenido de los primeros (término medio de seis ensayes), es 8.25 marcos por carga; y el de los últimos, deducido del mismo número de ensayes, 5.75.

He hecho á la vez el ensaye de los ejemplares en que la pinta es más rica, obteniendo la ley de 11.55 marcos por carga.

Estos diferentes resultados, si bien es cierto que no ministran una indicacion precisa de cada una de las labores disfrutadas, sí dan una idea general del estado de la mina; y como ésta no está, ni con mucho, agotada ni en la profundidad ni en la direccion, aquellos constituyen una garantía muy admisible de su expectativa probable.

Debo hacer observar, que si tomo estos resultados como base de mis apreciaciones y como fundamento de mi opinion, es porque son los únicos directos que he podido proporcionarme, y porque, en las consideraciones de este género, la prudencia aconseja aceptar los resultados ménos favorables; y los de estos ensayes lo son, porque no se refieren á la parte útil de la extraccion, sino á los desechos de los desechos.

Las altas leyes encontradas en los ensayes cuyos resultados acabo de consignar, confirman las tradiciones que tanto recomiendan estas minas y que hicieron tan fructuosa su explotacion: y estas tradiciones se encuentran tambien confirmadas por las extensas ruinas de las haciendas en que los metales extraidos se beneficiaban: sólidas construcciones, numerosas oficinas y fá-

bricas costosas se ven ocupando el fondo de la cañada y diversos puntos en que estaban establecidas las oficinas metalúrgicas que ocupan considerables superficies.

Por las leyes obtenidas en estos ensayes, y teniendo presente la composicion, se pueden dividir los minerales producidos por esta mina en dos grupos metalúrgicos: *de fundicion* y *de patio*. Uno y otro los examinaré separadamente cuando haya presentado los datos conducentes á la claridad de esta parte de mi exposicion.

Fijándome ahora en la posicion en que se halla, en las obras que la constituyen y en las condiciones que la rodean, haré notar que el tiro de esta mina está abierto en un punto cuya altura absoluta es de 2080.25 metros, siendo por consiguiente su elevacion sobre la plaza de Comanja de 152.25 metros.

La veta, que en los puntos en que se pudo observar, presenta un ancho medio de 1.20 metros, tiene el rumbo general de O. á E. con su echado al S., inclinado 20°.

El camino que da entrada al laborío está sobre la veta, y la ha disfrutado á tajo abierto hasta la profundidad de 30 metros, pasados los cuales el agua la hace inaccesible. La profundidad ocupada por ésta, es, segun informes aceptables, de 50 á 60 metros.

Hácia el E. tiene un tiro vertical, que se va á barrenar en el camino, el que, como obra de disfrute, se amplifica en la direccion de la veta.

Esta veta de La Asuncion forma parte de un sistema, al que pertenecen la de San Diego, que le es paralela, y en una profundidad relativamente corta, está reconocida y disfrutada á tajo abierto; la de Guarda-raya á los 25 metros de la anterior y á 40 de la primera; la de San Mateo, de cuyo terrero tomé varios ensayes que me dieron la ley média de 1.60 marcos por carga, y en la que existe un cañon al Poniente muy aprovechable para organizar el laboreo; la de San Pedro, cortada por el tiro general, que tiene 84 metros de profuniddad, y de cuyos planes se proyectó abrir un cañon al N. que cortara las vetas mencionadas que están todas al alto de la veta de La Asuncion: obra igualmente aprovechable, en un plan de laboreo, que relacione entre sí todas estas minas tan interesantes.

Aconsejada la restauracion de estas minas por las circunstancias que en ellas concurren y por la expectativa que presentan, daré una idea de los trabajos que con tal objeto deben emprenderse.

Lo primero que hay que hacer es establecer el desagüe en la mina de La Asuncion, para lo que es necesario el establecimiento de una máquina.

No vacilo en recomendar con tal objeto, una máquina de Cornwal, de simple efecto, media presion, condensacion y expansion.

A propósito de la máquina, haré una consideracion de grande importancia, que no sólo es aplicable á ésta, sino á todos los útiles de fierro de tan constante aplicacion en todos los trabajos de explotacion y beneficio.

Entre los elementos de que puede disponer la industria en el Mineral de Comanja y sus inmediaciones, figura en primera línea la ferrería, perteneciente al Sr. D. José Rincon Gallardo, hábilmente dirigida por el Sr. D. Valerio Friche.

En esta ferrería, en que se trabaja toda clase de fierro y se fabrican toda clase de piezas, desde las más toscas hasta las más delicadas, con una exactitud verdaderamente matemática, se podrian construir todas las piezas de la máquina, así como todos los útiles de fierro necesarios; y la economía salta á la vista, puesto que de esta manera se ahorrarian los fletes de mar y tierra, que constituyen los principales gastos, pues exceden, con mucho, al valor de las piezas trasportadas.

Respecto del punto á propósito para su instalacion, no es posible fijarlo de antemano, ni con los datos recogidos en un simple reconocimiento, que no puede abarcar ciertos detalles: la nivelacion y el exámen comparativo de las diversas condiciones generales de establecimiento de máquinas, harán que se dé la preferencia al tiro de La Asuncion ó al de San Pedro.

Como condiciones generales, señalaré de preferencia el primero, en que, sin obra alguna previa, se puede bajar el agua desde luego, y aprovechar por consiguiente la zona que se vaya habilitando. En el segundo punto, el desagüe no comenzará á surtir sus efectos sino hasta que por la conclusion del cañon ántes mencionado, se establezca la comunicacion entre ambos tiros.

Sin embargo, si el tiempo que tarde en calcularse, construirse y establecerse la máquina, es igual, ó poco más ó ménos igual que el que se emplee en la conclusion del cañon, esa ventaja desaparece, y sólo el estudio indicado debe decidir el punto á que ha de darse la preferencia.

Todavía hay otro punto que examinar ántes de resolver la cuestion del desagüe.

La altura relativa del cerro en que está abierta la mina, permite la apertura de un socavon, con el que se podrá habilitar una profundidad de 120 á 140 metros; la conveniencia de este socavon ó de la máquina, debe ser el objeto de un estudio especial.

Hay que advertir como dato conducente á este estudio comparativo, preliminar y necesario, que un socavon presenta inmensas ventajas en un laborío, para la ventilacion, extraccion, trasportes, tránsito, y en una palabra, para todo el servicio de una mina, en la que hace tan fáciles los trabajos, tan eficaz la vigilancia y tan económica la administracion.

Como de este estudio pudiera resultar que la máquina fuese la preferida, ó las dos cosas á la vez, tomaré este segundo caso en consideracion para mis apreciaciones relativas al costo.

Consultando las facturas de diferentes máquinas compradas en Inglaterra y los Estados-Unidos, para algunas de nuestras negociaciones mineras, y los catálogos más recientes; y haciendo las modificaciones correspondientes á Comanja, en vista de los elementos de que dispone y precios á que los obtiene, creo poder atribuir á una máquina del sistema indicado, y un trabajo efectivo de 100 á 120 caballos, el costo de $ 34,000, incluyendo los gastos de establecimiento.

Los trabajos que en el órden de su importancia deben considerarse despues, son los relativos á la instalacion, y consisten en el establecimiento y habilitacion de dos malacates, construccion de galeras y patio de quebradero; de un almacen para guardar las herramientas y abastos, de habitacion para los veladores, de fragua, administracion, etc., todo lo cual ascenderá, segun cálculo que considero innecesario detallar, á $4,720, ó en números redondos, $ 5,000. Vienen en seguida los abastos que debemos calcular para un tercio de un año, los que importarán $8,000.

Los sueldos y rayas semanarias, suponiendo relacionado el movimiento de estas minas con el de la «Corona de Dolores,» lo que hace comunes todos los gastos de direccion, serán de 800 á 1,000 pesos, y referidos á un tercio de año, á 17,000 pesos, todo lo cual representa una suma de 30,000 pesos.

Aunque no creo conveniente abarcar muchos centros de trabajo, sobre todo cuando éste comienza, debo indicar la facilidad con que podria la Compañía que se organizara adquirir otras dos minas situadas en el Mineral del Roble, y las ventajas de esta adquisicion.

Las minas á que hago referencia son las designadas con los nombres de «La India Negra» y «El Cairo.»

La primera, situada en el cerro de El Roble, que está ligeramente desviado de la carretera que el Sr. Rincon construyó entre Lagos y Comanja, está 20 kilómetros al Oriente de la primera de estas poblaciones, y 12 al Poniente de la segunda.

El creston de la veta, que se debe labrar con esta mina, es bastante saliente, robusto y bien determinado, siendo su direccion média de N. E.-80°-S. O., y consiste en un cuarzo compacto ferruginoso.

Por la parte del N. está abierto el camino fuera de la veta, el que consiste en un pozo apatillado hácia el Oriente.

La roca en que está abierto, que es una pizarra arcillosa, está muy descompuesta, y es, por consiguiente, muy blanda.

A los 20 metros se desvia el camino de esta direccion, por un crucero trazado al Sur, con el objeto de cortar la veta.

Logrado ésto, se rompió una frente al Poniente, cuya direccion es de N. E.-80°-S. O., correspondiendo al rumbo determinado por el creston de la superficie. La longitud de esta frente es de 6.60 metros y su anchura de 2.25.

Examinados los relices por esta pequeñísima obra, se pudo reconocer el echado, que es de 30° al S. E. En las guardas abunda el psilomelan acompañado de diversos óxidos de fierro.

Como se ve por esta ligera descripcion, la veta está enteramente vírgen, su laboreo no está más que iniciado, y debe emprenderse por obras que la circunstancia de estar en la veta, puede hacerlas desde luego de disfrute, y con las que se ganará

profundidad por la apertura de pozos, y extension, por los cañones á hilo de veta; siendo la combinacion de unos con otros la que prepara los macizos, explora la veta y constituye el laborío.

La mina de «El Cairo,» situada á corta distancia de la anterior, consiste sólo en el pozo de Ordenanza, y de él se han extraido masas considerables de roca verde cubiertas de pegaduras de magistral.

Los ensayes de los ejemplares extraidos de las frentes Oriente y Poniente de la primera de estas minas, apénas dan trazas de plata, lo que debe ser, vista la poca profundidad alcanzada y la irregularidad que presenta en ella la veta; en cuanto á los de la segunda, no los ensayé por consistir solamente en fragmentos de roca.

La importancia absoluta que pueda presentar la explotacion de estas dos minas, no puede reconocerse todavía; en cuanto á su importancia relativa, es notoria, dada la explotacion de las minas de «La Asuncion» y anexas, por las consideraciones que paso á exponer.

En esta exposicion debo recordar que dejé ofrecido ocuparme de examinar las dos clases establecidas, al estudiar, bajo su aspecto metalúrgico, los minerales procedentes de la mina de «La Asuncion.»

Dije que estas dos clases de minerales ó estos dos grupos, constituyen los *metales de fundicion* y los *metales de patio;* y para mayor claridad, recordaré ligeramente la esencia de uno y otro de estos procedimientos.

Consiste el primero en mezclar el mineral que se trata de beneficiar, con los ingredientes necesarios, entre los que figura algun compuesto plomoso y los demas que deben contribuir á las reacciones; fundir esta mezcla llamada *revoltura*, hasta ponerla en estado de líquido, en el que el plomo, separado de sus combinaciones por las reacciones efectuadas, y fundido por la alta temperatura, recoge la plata y ocupa la parte inferior de la masa, quedando la parte superior ocupada por las escorias tambien en el estado líquido.

La separacion de ambas partes, que se efectúa con mucha facilidad, por la diferencia de gravedades primero, y despues por

la ductilidad de la una y la fragilidad de la otra, da por resultado una masa de plomo, cuya ley de plata está calculada de antemano por la formacion de la revoltura; y la copelacion de este plomo en el vaso, produce la plata, y la greta que se puede aprovechar en las fundiciones posteriores, ó vender en las oficinas en que se carezca de compuestos plomosos naturales.

El segundo consiste en mezclar el mineral con los ingredientes adecuados para producir las reacciones que aislan la plata, poniendo á ésta en contacto con el mercurio, con el que forma una amalgama más ó ménos fluida, de la que se hace despues la separacion por la accion sucesiva de la presion y del calor. Entre los ingredientes empleados en este procedimiento, figura el sulfato de cobre.

Haré notar que en el cerro de El Roble, donde están las dos minas últimamente mencionadas, y donde visité las de San José y El Roble, abunda el sulfuro de cobre llamado magistral.

Esto supuesto, el empleo de los minerales extraidos de la mina «Corona de Dolores» para el beneficio de los minerales de la Asuncion, seria muy ventajoso: primero, por el poco costo con que se tendria el más caro de los ingredientes; segundo, porque estos *metales de ayuda* cederian su plata al *metal de pinta*, aumentando la ley de éste y por lo mismo la produccion; tercero, porque dejarian la utilidad de la greta, que es un compuesto muy estimado; cuarto, porque pudiendo disponer á voluntad del metal plomoso, se puede sistemar la marcha del horno, uniformando las revolturas, dando á la masa la fluidez necesaria y evitando los accidentes, que son tan gravosos por las pérdidas que ocasionan y los gastos que demandan.

En cuanto á los metales del segundo grupo, es decir, á los minerales de patio, su asociacion con los minerales cobrizos será en extremo ventajosa.

Esta asociacion se puede hacer de tres maneras diferentes: 1ª, separando el cobre de la plata y reverberando el primero para formar el sulfato que se emplearia como ingrediente; 2ª, reverberando el mineral sin previa separacion, y mezclándolo con el mineral por beneficiar, y 3ª, sin previa reverberacion cuando el cobre no sea muy abundante.

En este último caso he visto rendirse una torta en tres dias en la hacienda de Santoislas, de que luego hablaré, sin empleo de sulfato de cobre. Esto se explica por la docilidad del compuesto argentífero y por la reverberacion natural de sus acompañantes de cobre.

Por lo expuesto se ve cuán ventajosamente acumulados se encuentran los elementos de trabajo en esta zona, y cuántas probabilidades de éxito presenta para la Empresa minera que en ella se fije, y que sepa aprovecharlos con inteligencia, con economía y con estudio. En el caso de que á dicha Empresa no le conviniera trabajar otras minas, podria adquirir á buen precio los metales cobrizos sin preocuparse de su baja ley de plata.

Tomando en consideracion las dos minas referidas, su explotacion podria atenderse con 6,000 pesos.

Como parte esencial de una negociacion minera de que formarán parte las minas de que hasta aquí me he ocupado, debe estudiarse el tratamiento metalúrgico de los frutos obtenidos en su explotacion.

No me ocuparé del beneficio de los metales plomosos de «Corona de Dolores,» porque, segun lo expuesto, deben utilizarse en la fundicion de los metales ricos de «La Asuncion;» así es que sólo me fijaré en estos últimos.

Lo primero que para esta segunda parte de los trabajos mineros se necesita, es una hacienda de beneficio.

En la poblacion misma de Comanja está la hacienda llamada de Santoislas, que aunque necesita reparaciones y construcciones especiales para servir en la escala debida, es muy aprovechable y creo se puede adquirir á un precio moderado.

Esta hacienda ocupa una extension superficial de 5280 metros cuadrados, y linda con una huerta que puede tener una área poco más ó ménos de la misma extension, que en caso de necesidad podria adquirirse en totalidad ó en parte.

En esta hacienda hay una casa-habitacion compuesta de cuatro piezas bien construidas y en buen estado, y agregada á ésta una tienda con dos piezas, dos puertas hácia la calle, mostrador y armazon de madera, en buen estado y en disposicion de servir inmediatamente.

Tiene una galera, un patio limitado por un pretil de cal y canto, que tiene una superficie de 1023 metros cuadrados; cuartos para azoguería y capellina; dos grandes bodegas de bóveda; cinco caballerizas sin techo, y local suficiente para todas las oficinas.

Tiene un molino chileno de granito, sin herraje; diez arrastres; un lavadero de tina en regular estado, y uno de cajon; un horno de reverbero en buen estado, seis de fundicion destruidos, y disfruta en propiedad el agua que recoge por medio de una presa que necesita ligeras reparaciones, y que lleva á la hacienda por medio de un acueducto de cal y canto de 1500 metros.

La adquisicion, reparacion, construcciones que se irán haciendo á medida que se vayan necesitando, y habilitacion de esta hacienda, lo calculo en 20,000, y sus gastos en un tercio de año, 10,000 pesos.

Resulta, pues, que el desembolso total que demanda el establecimiento de una negociacion montada en la escala indicada en las condiciones expuestas, será de $ 130,000, distribuidos de la manera siguiente:

Corona de Dolores.........................	$ 20,000 00
San Vicente.................................	10,000 00
Asuncion y anexas, incluyendo la máquina....	64,000 00
La India Negra y El Cairo..................	6,000 00
Hacienda de beneficio......................	20,000 00
Sus gastos en un tercio de año.............	10,000 00
Total..................	$ 130,000 00

Cantidad que para hacer frente á cualquier gasto no previsto, ó á cualquiera otra adquisicion extraordinaria, se puede elevar á ciento cincuenta mil pesos.

Creo deber advertir al tocar el punto relativo al capital que debe emplearse, que no ha de exhibirse de un solo golpe, y que los trabajos emprendidos deben producir una cantidad que puede abonarse á las exhibiciones posteriores.

No es de mi resorte indicar la forma que debe darse á la Compañía que se organice para emprender estos trabajos; pero no creo incurrir en una oficiosidad censurable haciendo una indicacion en este sentido, que puede, por lo ménos, constituir un

punto de discusion, en el caso de que las consecuencias deducidas de este estudio, se traten de llevar al terreno de la práctica.

Las veinticuatro barras en que se acostumbra dividir toda mina, segun lo establecido en las Ordenanzas del ramo, podrian estar representadas por 100 acciones, á cada una de las cuales corresponderia un valor de *un mil y quinientos pesos* ($1,500), y cada accion se podria dividir en décimas, con el valor proporcional de *ciento cincuenta pesos* ($150).

El valor de estas acciones no hay necesidad de pagarlo en una sola exhibicion: se podria hacer por cuartas partes, enterando la primera al comenzar los trabajos, los que podrian emprenderse con el grado conveniente de actividad pudiéndose disponer de los *treinta y siete mil y quinientos pesos* ($37,500) á que asciende la primera fraccion. Las tres restantes se decretarian por la Junta directiva, conforme á las necesidades, en términos prudentes.

La organizacion de una Compañía capaz de establecer una Negociacion conforme á este plan, pondria á ésta en aptitud de ensanchar considerable y ventajosamente sus trabajos, puesto que podria tomar en avío, en términos muy favorables, las minas que están en la actualidad posesionadas, y adquirir por denuncios las que no lo están: mencionaré como principales las de El Fuerte, Mina de Plomo, El Sitio, Mina de Cobre, El Pastor, Providencia, Mina Verde, Capulin, El Roble, etc.

El paso más acertado, en este sentido, seria el de proceder á la restauracion del Mineral; pero ésto exige un estudio previo y completo de todo él, y un capital mayor, aunque no mucho más que el señalado.

Este estudio, considerado en general, seria ventajoso, en cuanto á que, dando á conocer este centro minero, bajo uno de sus principales aspectos, ministraria datos geológicos, estadísticos, industriales y administrativos, de verdadero interes y de inmediata aplicacion.

Resumiendo lo expuesto en las líneas que anteceden, se pueden condensar las apreciaciones hechas, en las conclusiones siguientes:

1ª La zona reconocida en los límites de los Estados de Gua-

najuato y Jalisco, es una region minera de importancia y de expectativa, en que se hallan reunidos todos los elementos capaces de favorecer y hacer fructuosa una empresa minera.

2ª El centro de los trabajos es el Mineral de Comanja, por constituir una poblacion, estar en ella las principales minas, la hacienda de beneficio y la ferrería, así como por estar comunicada por una carretera, con las poblaciones de Leon y Lagos.

3ª Las minas cuyos trabajos deben ser la esencia de la Negociacion minera que se establezca, son las de Asuncion y anexas, y la de San Vicente, para obtener los metales de pinta; la de Corona de Dolores, para el metal de ayuda, y las de La India Negra y El Cairo, para favorecer el tratamiento de los de patio.

4ª La adquisicion de la hacienda de Santoislas y sus reparaciones y construcciones necesarias, son de absoluta necesidad para el complemento de los trabajos y la integridad de la Negociacion.

5ª La proximidad de la Ferrería permite adquirir los aparatos y útiles de fierro á precios muy bajos por la economía en el flete, cuyo costo es uno de los gastos de más consideracion.

6ª El porvenir de la Negociacion y el surtimiento de metales, están asegurados por la multitud de minas de plata, plomo y fierro que se encuentran en las inmediaciones.

7ª El capital necesario para desarrollar en una escala conveniente los trabajos de las minas en la conclusion 3ª, y los de la hacienda expresados en la 4ª, es de *ciento cincuenta mil pesos* ($150,000).

8ª El estudio completo del Mineral de Comanja es un trabajo del que resultarán ventajas notorias y datos interesantes, y de él deben brotar negocios productivos.

9ª Como base esencial y condicion ineludible, la direccion de los trabajos debe confiarse á persona inteligente en la profesion y práctica en los negocios mineros.

Creyendo haber tocado todos los puntos que es necesario consignar, y presentado todos los datos que se deben dar á conocer en un informe de la naturaleza del presente, lo doy por concluido; permitiéndome al terminar, llamar la ilustrada atencion de vd., Señor Ministro, sobre la importancia del negocio estudiado, sobre

la expectativa que presenta y las esperanzas que ofrece, así como sobre el riesgo palpitante de que si el capital nacional no le consagra su atencion, sea arrebatado por los capitales americanos, que con profusion se están desparramando sobre nuestros ricos y abandonados centros mineros.

México, Agosto 19 de 1882.

SANTIAGO RAMIREZ.

INFORME

relativo al reconocimiento

DE LA NEGOCIACION MINERA LLAMADA «MINAS DE LA CANAL Y ANEXAS»

EN EL MINERAL DE ZACUALPAN

PRESENTADO Á LA SECRETARÍA DE FOMENTO

Por el Ingeniero de Minas que suscribe.

Señor Ministro:

Doy cumplimiento á la última comision minera extraordinaria que vd. se ha dignado confiarme, presentándole el resultado de los estudios que para desempeñarla he practicado, así en las minas que son el objeto de mi reconocimiento, como en el laboratorio y en el gabinete en que he llevado á cabo las operaciones necesarias para resolver las cuestiones presentadas, aclarar los puntos dudosos y coordinar los datos recogidos en mi exploracion.

El grupo de minas que constituyen el centro minero en que están ubicadas las minas de La Canal, á las que posteriormente se han agregado otras, todas las cuales forman el fundo metalífero conocido con el nombre de «Minas de La Canal y anexas,» está situado en la parte de la Cordillera que por la region del Poniente limita el Mineral de Zacualpan, teniendo en su centro las vetas que se han habilitado con las citadas minas, y en su falda oriental la Cuadrilla de Gama, perteneciente á la misma municipalidad.

La formacion, la estructura y la naturaleza de las montañas que forman esta cordillera, han ejercido una influencia de consideracion, tanto en el orígen y modo de ser de las vetas metá-

licas que en ellas se encuentran, cuanto en las circunstancias particulares que en ellas concurren; y como tales elementos son de grande interes, así para formarse una idea exacta del conjunto, como para comprender y fundar los detalles que han de caracterizar la explotacion, considero necesario fijar en ellos la vista y consignar algunas observaciones como fundamento preliminar del trabajo á que estas líneas se refieren.

Desde la salida de Zacualpan, siguiendo la direccion del Poniente, que es la que conduce al centro de nuestro estudio, se encuentra el camino de La Canal, que está abierto en las laderas de los cerros y en el fondo de sus cañadas, y en él se descubre y se ve dominar la roca que forma la masa de los cerros, y que en toda la longitud del camino, que es de cinco kilómetros, y en toda la region explorada, se presenta con insignificantes variaciones.

Esta roca es la pizarra arcillosa de transicion, de textura pizarreña, impregnada en algunos puntos por el peróxido de fierro, con el que forma, en su descomposicion, la arcilla ferruginosa que cubre largos tramos del camino, haciéndolo muy resbaloso en la estacion de las lluvias.

En otras partes, su color negro agrisado indica que se halla teñida por el carbon, y presenta mucha semejanza con la pizarra carbonífera: en otras, está asociada con la clorita, siendo en algunos casos tan íntima esta asociacion, que pasa á clorita-pizarra de color verde manzana.

Cerca de una de las excavaciones hechas, de que haré mencion en su lugar, á la entrada del socavon de La Expectativa, la pizarra contiene asbesto, cuyo mineral se ve entre los relices formados por las lajas en fibras finas y abundantes de lustre de seda, penetrando á veces la masa de la roca, de donde se descubre al romperla.

La estratificacion normal de esta pizarra es la horizontal, y esta posicion se encuentra alterada en diferentes puntos de los cerros, donde participa de las inclinaciones debidas al levantamiento.

La fuerza de los agentes que la determinaron, fué corta con relacion á la resistencia presentada por la roca sedimentaria,

puesto que ésta forma la masa de los cerros, sin que en ninguno de ellos se vean las rocas ígneas elevadoras, ni el metamorfismo que marca la huella de su paso ó la impresion de su contacto.

A esta diferencia entre la accion de la roca elevadora y la resistencia de la roca elevada, se debe tal vez la constitucion orográfica de esta cordillera, que no forma, como en otras partes, cerros extensos; sino que por el contrario, éstos tienen una extension relativamente corta, y se reunen unos á otros por la base de sus faldas.

Esta disposicion ha dado lugar á numerosas cañadas que dan al paisaje un aspecto muy pintoresco, que en todo tiempo mantienen abundantes corrientes de agua, y que en los trabajos mineros permiten disponer de diferentes alturas, cuya condicion en todos los casos es conveniente y en algunos es indispensable.

Una de las principales ventajas de estas diferencias de nivel, la constituye la posibilidad de abrir socavones; pero la circunstancia de ser poco elevados los cerros, restringe mucho esta ventaja, por la poca profundidad que con estas obras se alcanza.

En esta roca se encuentran las vetas explotadas por las minas de «La Canal,» cuyas vetas tambien participan de la influencia ántes indicada.

Para explicar esta influencia, que en la parte científica tiene una verdadera importancia y en la parte industrial no carece de interes, seria necesario exponer la teoría de la formacion de las vetas, para hacer ver cómo ha tenido su aplicacion en este terreno; pero siendo esta digresion poco conducente al espíritu, á la naturaleza y al objeto de este Informe, bastará hacer notar que la clase de la pizarra y su textura esencialmente pizarreña, forman en el fenómeno referido diferentes abras, colocadas en distintas direcciones, las que se llenaron por las sustancias metálicas que ahora se explotan, dando lugar á las vetas.

Si la índole de este trabajo lo permitiera, me detendria á discutir la cuestion geognóstica que desde luego se presenta, respecto de la edad relativa de las vetas que siguen direcciones tan diversas; y tal vez llegaria á la conclusion de que todas, ó por lo ménos la mayor parte de las que he tenido ocasion de observar, son contemporáneas entre sí. Pero persuadido de que en las ex-

posiciones como la presente, no es posible dar extension ni desarrollo á puntos esencialmente científicos, me limitaré á hacer notar que en el centro minero en que se encuentran las minas de «La Canal,» existen varias vetas, que por conformarme con el uso, aunque no esté fundada la clasificacion, referiré á tres sistemas: el primero, cuyas vetas tienen la direccion N. S.; el segundo, en que la direccion es de E. O., y el tercero, en que las vetas tienen una direccion intermedia. El echado de las primeras es al Poniente y el de las segundas al Sur.

Sobre estas vetas se encuentran las siguientes minas: *La Soledad*, *Santa Isabel*, *San Gerónimo*, *Sacramento*, *San Antonio*, *La Natividad*, *Bermeja*, *Santa Rosa*, *El Pachuqueño*, *Providencia*, *La Blanca*, *El Durazno*, *San Diego*, *Guadalupe*, *La Concepcion*, *Todos Santos*, *La Cocina*, *El Tercero*, *Valdenegra*, *El Milagro*, *San Miguel*, *La Cortina*, *Pareceres*, *El Tajo*, *El Capulin*, *Santa Rosita y Santa Gertrudis.*

De estas minas, San Gerónimo y San Diego están en la veta de San Gerónimo, que es la principal por su anchura, y la constancia, uniformidad y regularidad de sus elementos; Santa Isabel, Sacramento y Bermeja, en la veta de Santa Isabel que está al alto de la de San Gerónimo, y que es tambien una veta formal por la precision que se observa en sus elementos; «La Natividad,» «La Blanca» y «Concepcion,» en la veta de Concepcion, al alto de la anterior; «Santa Rosa,» «El Durazno,» «Guadalupe» y «Todos Santos,» en la veta que lleva este último nombre, y está al bajo de la de San Gerónimo; «El Pachuqueño,» en la veta así llamada, al bajo de la anterior y desviada en su rumbo, que tiene la direccion N. O.-S. E. Las demas se encuentran en otras vetas que son secundarias por su esencia y por su valor industrial.

Además de estas minas, existen algunas obras dignas de mencionarse, como los socavones de «La Aurora,» «San Diego,» «La Barrena,» «La Expectativa» y «Los Alemanes,» que no está más que señalado, y el local de una hacienda de beneficio.

Presentado ya el cuadro de las minas, obras y posesiones que constituyen este centro minero, paso á dar una idea de los principales de estos elementos, para hacer ver su estado actual, su

valor relativo, la expectativa probable que ofrecen á la especulacion, y las condiciones que pueden recomendarlo como fundamento de una empresa minera.

Mina de San Gerónimo.

La más importante tal vez de todas las minas comprendidas en mi reconocimiento, así por la anchura de la veta que con ella se explota, como por la extension que ha alcanzado su laborío, es la mina de San Gerónimo, entre cuyas obras principales merecen particular mencion el tiro del mismo nombre, abierto sobre la veta en el centro del patio del quebradero, en el que tambien se encuentran algunas oficinas; la casa-habitacion formando parte del perímetro que lo limita; la Bartolina, que sirve para el tránsito y se halla sobre el mismo patio á nueve metros de distancia del tiro, y el socavon del Pachuqueño, abierto al S. E. del tiro, á una distancia en línea recta de 285.60 metros, y á una diferencia de nivel de 144.50, cuyas condiciones por sí solas indican la ventaja que ofrecen estas dos comunicaciones con el exterior para una buena ventilacion natural.

La altura absoluta del brocal del tiro es de 2216.50 metros; su profundidad hasta la lengua del agua, 122 metros, y su seccion de 5.30 $\times$ 3.20. Actualmente está completamente deshabilitado, y hasta cubierto por la tierra vegetal.

Para dar una idea de los labrados hechos en esta mina, de su estado actual, de lo que en ella puede hacerse, de lo que de los trabajos que se emprendan deba esperarse y demas detalles conducentes, emprenderé una ligera descripcion, comenzando por el socavon del Pachuqueño, que da entrada al laborío, siguiendo la direccion general del S. E.-N. O., hasta llegar á la Bartolina.

Para la apertura de este socavon se eligió uno de los puntos más bajos de la vertiente oriental del cerro, quedando su boca á la orilla N. del rio de la Canal, cuya direccion média general es de S. O.-N. E., á una altura absoluta de 2072.00 metros, en una veta llamada de San Lorenzo, cuya direccion es de S.E.-60° N. O., siendo esta misma la que corresponde al socavon.

A los 25.20 metros de longitud, la obra cambia de direccion, y sigue con la de S. E-70°-N. O. en la longitud de 112 metros en que corta la veta del Pachuqueño, cuyo rumbo es de N. O.-35° S. E. y su echado de 35° al S. O. Su matriz es el cuarzo acompañado de espato calizo, y su espesor muy variable.

Al N. se encapilló una frente que tiene 42 metros; y aunque entre los respaldos hay una distancia de 1.20 metros, esta distancia no corresponde al ancho de la zona metálica, pues se han interpuesto caballetes que la han desviado hácia el alto y el bajo, reduciendo su anchura, que en el alto es de 0.25 metros, en el bajo de 0.18 y en la frente de 0.70.

El disfrute de estos hilos no tiene la menor importancia; y las obras que en este punto están indicadas y que autorizan la circunstancia de tener un macizo libre, y los informes recogidos respecto de la calidad del metal extraido de la parte disfrutada, consisten en el cuele de la frente y en la apertura de pozos y cañones relacionados con el cuele.

Tales obras deben considerarse como de pura investigacion, y por consiguiente muertas; pues en este punto, como en todos los demas que adelante mencionaré, las obras de disfrute están agotadas por los insensatos é imprudentes trabajos de *busca* á que por muchos años estas minas han estado sujetas.

Avanzando al Poniente se corta un hilo de la veta de San Onofre, á 25 metros del corte anterior, y el hilo cortado sigue la direccion N. S. A los 6.70 metros se corta la veta de la Providencia, cuyo rumbo es de N. O.—40°—S. E., y su echado de 40° al S. O.

En la region del Norte está encapillada una frente, en la que se descubre un hilo metálico, en borrasca, de 0.55 metros de ancho, y en la region del Sur está cortada por el tiro de Providencia, abierto á una distancia de 65.50 metros y que alcanza la profundidad de 18.

En esta veta, lo mismo que en la del Pachuqueño, se pueden emprender obras muertas, colando la frente N. y abriendo pozos y cañones relacionados con este cuele.

En la region del Sur, la veta se ensancha, pero está dividida por un caballete que localiza los hilos metálicos hácia los respal-

dos; y aunque llega á una anchura de 3.30 metros en este punto, está en borrasca, y sólo se encuentra metal en algunos hilos angostos.

En todo el tramo comprendido entre el corte y el tiro, la veta está disfrutada, y los caminos, obstruidos por los atierres.

A los 27.72 metros se corta la veta de la Encarnacion, que es paralela á la anterior, y en la que, en tramos agotados por el disfrute, se descubren hilos, que por la extremada pequeñez de su anchura resultan incosteables aun para los buscones, por el desmonte improductivo que tienen que hacer en roca dura, como lo es el macizo de la veta.

Por último, á los 53 metros se corta la veta de San Gerónimo, despues de pasar por la veta llamada La Platosa y la de Todos Santos, que en su corte no ofrece interes por estar en borrasca.

La veta de San Gerónimo, examinada en su corte, tiene una anchura de 1.85 metros, su rumbo es de N.S. y se echado de 20° al Poniente.

Al Norte se ensancha la veta, dividiéndose por un caballete paralelo á sus respaldos, el que parece haberla rechazado hácia el alto y el bajo, reduciendo el espesor de la veta metalífera, y formando vetillas bastante angostas y completamente disfrutadas. Quedan tan sólo hilos insignificantes que sólo sirven para indicar la localizacion del metal, y para dar una idea de su ley por el ensaye de las muestras arrancadas, en cantidad tan corta, que apénas ha bastado para practicar y repetir esta operacion.

A la desaparicion del caballete, la veta se mantea de una manera tan notable, que su echado llega á ser de 48°. Tal alteracion es muy poco extensa, pues á los diez metros recobra su inclinacion primitiva que es la normal.

En toda la parte del Norte, el tránsito es muy dificultoso, por los azolves, las limpias y los hundidos; consecuencia natural y forzosa del sistema de trabajo emprendido y por tantos años conservado, merced á lo cual la mina, en toda la profundidad alcanzada, debe considerarse como perdida.

Por la extension que tienen los comidos entre los respaldos de la veta, de la que en muchos tramos se hizo el disfrute á tajo abierto, se comprende que el mineral extraido de ellos debió ser

muy rico; y esta idea se encuentra en gran parte confirmada, por los ensayes practicados sobre las muestras recogidas, y por la introduccion hecha á las haciendas de beneficio, acreditada por las boletas que tengo á la vista. De ambos puntos me ocuparé en la parte correspondiente de este Informe.

A los 77.28 metros del corte, está el tiro, debajo del que se encuentra la caja del agua, y la parte del laborío invadida por ésta, la que segun informes, ocupa una profundidad de 40 metros.

Emprender la limpia, la fortificacion y las numerosas reparaciones que serian necesarias para llenar la primera de las condiciones á que todo laborío debe sujetarse: la de hacerlo habitable, es una obra costosísima y dilatada, á la vez que sin objeto, en cuanto á que se puede afirmar sin exageracion que en toda la parte que con tal obra se habilitara, no hay donde poblar una sola labor de disfrute.

Adelante indicaré los medios que en mi concepto deben emplearse para emprender los trabajos, en el caso de que se decida la restauracion de estas minas. Por ahora, continuaré la reseña comenzada.

Mina de San Diego.

Dos son las obras de más importancia que se pueden observar en esta mina: el tiro que está al lado de la veta de San Gerónimo, y el socavon bajo.

Poco se puede decir, así del tiro como de la mina general, porque el primero está intransitable, y la última inaccesible. Mas si no es posible examinar los detalles, sí se puede expresar respecto del conjunto, la misma deduccion que en el caso estudiado en San Gerónimo y demas puntos visitados: el abandono con su lentitud, y los trabajos de los buscones con su actividad, han destruido esta mina, haciendo tan difícil como costosa la reorganizacion de sus trabajos.

En otro tiempo estaba en ella establecido el desagüe, y lo mismo podria hacerse si se emprendiera de nuevo la explotacion.

El socavon, cuya direccion es de N.E.—60°—S.O., tiene una seccion de 1.30 × 1.10, y su longitud de 32 metros. A los 29.50

corta la veta de Todos Santos, y más adelante deberá cortar la de San Gerónimo á los 12.50.

La roca en que este socavon está abierto, es la misma pizarra de que se hizo mencion al principio; y las lajas de ésta forman una estratificacion horizontal, cuya direccion es de N. á S.

Ninguna ventaja presenta la continuacion de esta obra, que debe desecharse de cualquier proyecto de laborío, en que se trate de aprovechar las obras existentes.

Veta de Santa Isabel.

La importancia real que bajo su aspecto geognóstico presenta esta veta, y la que las tradiciones le atribuyen respecto de su produccion, hacen que deba mencionarse de una manera especial, fijando en ella la atencion con cierto grado de preferencia.

Son en efecto notables, la precision con que esta veta está cortando la estratificacion de la pizarra en que se encuentra, la regularidad de sus respaldos, la constancia de su rumbo y echado en todos los puntos en que se puede observar, etc.; y los informes que ministran los vecinos ancianos y los antiguos trabajadores, permiten formarse una idea de la riqueza del metal extraido.

Pero á pesar de estas ventajas, el estado actual de esta veta y de las minas que en ella se han abierto, es poco halagador, por los inconvenientes que lo constituyen.

Comida á tajo abierto desde la superficie, ha dejado visible el reliz del alto, estando el del bajo completamente aterrado; y el agua cubre sus excavaciones de una manera tan completa, que los vecinos se sirven de ella sacándola á mano con pequeñas vasijas, para cuya operacion ni aun necesitan sogas, pues la tienen á su alcance.

Como los trabajos en esas vetas han sido hechos por buscones, debe suponerse que toda la parte en que éstos tuvieron lugar está ocupada por los atierres, y la presencia tan prolongada de las aguas habrá producido grandes azolves.

El desagüe de esta veta, operacion indispensable, no sólo para

dar principio á los trabajos, sino aun para tener acceso á las labores, no debe emprenderse de una manera directa, con motivo de los fuertes costos que causa esta operacion, y la poca expectativa que ofrecen los altos.

Los grandes gastos que en las minas causan determinadas operaciones, sólo pueden ser autorizados por la favorable expectativa que presente su explotacion, fundada principalmente en los datos recogidos directamente por reconocimientos especiales hechos en la parte accesible del criadero.

En el caso de la veta de Santa Isabel, ántes de tomar respecto de ella una resolucion cualquiera, convendria la adquisicion de esos datos por la práctica del mencionado reconocimiento, que, como se desprende de lo expuesto, no puede hacerse sin expulsar el agua de un tramo determinado.

Para resolver esta cuestion, que tal como se ha presentado parece estar encerrada en un círculo sin salida, puesto que, segun parece entenderse por su enunciado, para averiguar si conviene el desagüe, hay necesidad de desaguar, es necesario acudir á lo que pudiéramos llamar un desagüe parcial indirecto, aprovechando algunas de las obras hechas en el laborío de la veta de San Gerónimo, y relacionando esta veta con la de Santa Isabel.

Para ésto debe hacerse notar que esta veta está al alto de aquella, le es paralela, puesto que tiene el mismo rumbo; su echado está en el mismo sentido, aunque con más inclinacion, pues éste llega á 45°, y la distancia á que se encuentra una de otra, proyectada en el plano que pasa por el brocal del tiro de San Gerónimo, es de 35.28 metros.

Sentados estos precedentes, que en el exámen de la cuestion propuesta es indispensable tener á la vista, haré notar que entre las obras observadas en la mina de San Gerónimo, hay una que parece hecha con el objeto de explorar la veta de Santa Isabel, y que podria aprovecharse en el presente caso.

Esta obra es el crucero de San Antonio, abierto en el alto de la veta, perpendicularmente á ella y en la direccion del Poniente, es decir, fuera de la veta de San Gerónimo, de la que se va alejando, acercándose proporcionalmente á la veta de Santa Isabel.

Este crucero está 45 metros sobre el nivel del socavon del Pa-

chuqueño; su seccion es de 1.40 × 1.70 y la longitud con él alcanzada es de 26.80 metros. Independientemente de la veta de San Gerónimo, con la que no tiene relacion alguna, sirve para explorar la region que está hácia el alto, descubriendo las vetillas é hilos metálicos que se encuentren.

En este sentido se ha visto su utilidad, pues en esta corta longitud, ha cortado un hilo que afecta tener la direccion N. S., siendo su inclinacion de 55° al Poniente y su espesor de 0.08 metros.

En sus relaciones con la veta de Santa Isabel, desempeña un doble papel: explorarla en la region en que el corte se verifique, y desaguar la parte de los puntos superiores al corte, dando salida á las aguas depositadas sobre ese nivel, las que convenientemente recibidas en San Gerónimo, saldrian por el socavon del Pachuqueño.

Las condiciones particulares de esta obra, tanto en sí misma como en sus relaciones con la veta que con ella se busca, son desfavorables por el sentido y la inclinacion de esta última, lo que hace que el crucero que debe cortarla en el bajo, resulte más largo.

En efecto, esta longitud será la distancia entre los crestones, más la proyeccion de la línea que marca el retiro de Santa Isabel sobre el plano horizontal que pasa por el crucero, cuya proyeccion calculada es de 59 metros. Así pues, la longitud total del crucero será de 94.28 metros, y deduciendo los 26.80 que están ya colados, faltan aún 67.48 metros.

Veamos ahora la posicion de este corte respecto de la veta misma que con él se trata de beneficiar.

Su profundidad, medida en la vertical, es de 59 metros, correspondiendo en el sentido del echado 83.43 metros. Como la profundidad total es, segun los informes recogidos, de 42 á 50 metros (de 50 á 60 varas), el corte y los trabajos que desde él se emprendan, estarán en un macizo vírgen y seco ó susceptible de secarse por su comunicacion con los altos, sobre los que se tienen disponibles de 30 á 40 metros.

Esta obra, pues, debe seguirse, y los servicios que es susceptible de prestar á la veta de Santa Isabel, hacen que se la recomiende como obra auxiliar y de investigacion para los hilos metálicos intermedios.

Mina de la Soledad.

Esta mina está abierta en una veta de las que he referido al segundo sistema, cuyo rumbo es de E. O. y su echado al Sur, formando con la vertical un ángulo de 25°.

Está al N. de la cuadra que limita en esta region las pertenencias de la Canal, y hoy pertenece á los dueños de estas últimas por convenio especial celebrado con sus antiguos poseedores.

Las obras hechas para la explotacion de esta mina, consisten en un socavon abierto sobre la veta, cuya boca tiene una altura absoluta de 2008.50 metros.

A la entrada del socavon la veta está completamente disfrutada, dejando descubiertos los relices, que se hallan separados por la distancia de 1 metro, que es la amplitud del socavon.

Hácia arriba, la veta se ha reducido en su espesor de tal suerte, que en el cielo, á la altura de 1.25 metros, el reliz del alto se junta con el del bajo, teniendo la veta algunos centímetros de espesor únicamente.

Sólo hasta los 40 metros está la veta accesible, pues el resto se halla invadido por el agua, debajo de la que están las demas obras.

La circunstancia general de haberse trabajado esta mina casi en su totalidad por buscones, y la comparacion que puede y naturalmente debe hacerse con otras minas, trabajadas por el mismo defectuoso é inconveniente sistema, obliga á aconsejar que se desista por lo pronto del desagüe y demas trabajos que se pudieran proyectar en ella, los que no son capaces de producir una utilidad inmediata ni de ofrecer probabilidades de éxito.

Sacramento y Bermeja.

De estas minas no están visibles más que los tiros, abiertos en la veta de Santa Isabel, de los que el primero es horizontal y el segundo inclinado.

La falta de observaciones, provenida de que dichos tiros están inaccesibles, nada permite decir respecto de ellos, y sólo en el caso del desagüe de la veta podrán tal vez utilizarse para los trabajos de relacion que se emprendan en su laborío.

Santa Rosa.

La parte accesible de esta mina consiste en un socavon abierto en la pizarra ferruginosa, cuyo rumbo es de S. E.-40°-N. O. y cuya seccion es de 2.00 × 1.10.

A los 10 metros está cortada la veta de Santa Rosa, cuyo rumbo es de N. E.-20°-S. O., teniendo su echado hácia el N. O. con la inclinacion de 22°. El ancho de esta veta, medido en el corte, es de 0.35 metros.

Al N. E. está abierto un cañon, cuyo objeto visible fué el de disfrutar la vetilla, que se estrecha notablemente, pues su anchura mide 0.06 metros.

De trecho en trecho se cruzan otros hilos metálicos igualmente angostos, siendo el cuerpo sobre el que se encuentran, notable por su dureza.

En este cañon hay un pozo estrecho, que los buscones abrieron para seguir un hilo metálico muy angosto.

Del plan de este pozo, de la frente del cañon y de los hilos visibles en el cielo, extraje unos ejemplares, de los que hice los ensayes que en su lugar presentaré.

Tampoco en esta mina es posible emprender trabajos de disfrute, y la apertura de un laborío, que en su mayor parte se tendria que hacer en terreno estéril, difícilmente se costearia con la produccion de estos hilos, por más que algunos de ellos sean muy ricos, como el descubierto en la frente, que da 25.50 marcos por carga de 12 arrobas.

Solamente la presencia de un clavo más extenso, que no es improbable, haria fructuosos los trabajos de explotacion, que no deberian acometerse sino en relacion con los trabajos de otras minas siempre que produjeran alguna utilidad.

Natividad, La Blanca y Concepcion.

Al alto de la veta de Santa Isabel, y á la distancia média de 60 metros, medida en los crestones, cerca del tiro de Sacramento, está una veta angosta llamada de Concepcion, donde se encuentran los tiros de las minas mencionadas. Estos tiros están inaccesibles, lo que no permite ver las minas á que comunican. Lo reducido de la veta en que están labradas, restringe mucho su importancia, y las naturales consecuencias del abandono hacen suponer que sean desfavorables las condiciones que constituyen su estado actual.

Veta de El Milagro.

Al N. E. de la veta de San Gerónimo está la veta de El Milagro, cuyo rumbo es de S. O.—25°—N. E., su echado 15° al N. O., su espesor de 0.35 metros y su matriz cuarzosa en la que abunda el cuarzo cristalizado.

Arma en la pizarra arcillosa dominante en la localidad, cortando perpendicularmente sus planos de estratificacion, y es cortada por la veta siguiente.

Veta de San Miguel.

El rumbo de esta veta es de S. E.—60°—N. O., su echado de 20° al N. E., su espesor de 0.50 metros, y sus condiciones de yacimiento semejantes á las anteriores.

En esta veta, que se ha registrado por trabajos de poca consideracion, está comenzada una obra, en mi concepto bien calculada, pues además de que explora la mencionada veta, se puede relacionar con las obras existentes, utilizándola ventajosamente en los trabajos de restauracion del Mineral. Esta obra es el Socavon de la Expectativa.

Socavon de La Expectativa.

Este socavon está abierto en el fondo de la cañada, que por la parte del Este forman los cerros, y su nivel está por consiguiente más bajo que los trabajos principales. Su direccion es de S. E.—60°—N. O., y su longitud hasta el dia de mi visita era de 13.50 metros.

La roca en que se ha abierto es la pizarra ferruginosa, que tiene la particularidad de contener entre sus lajas el asbesto fibroso.

En la longitud colada se ha encontrado un hilo metálico, angosto y de baja ley; pero la circunstancia de estar sobre la veta hace que se le pueda reconocer en toda su longitud.

Su direccion le da el carácter de socavon aventurero, pues debe cortar todas las vetillas de los dos primeros grupos, aunque bajo ángulos diferentes.

Puede tambien servir para el desagüe, pues segun una nivelacion barométrica aproximada, su nivel es inferior al de los planes de las minas que ofrecen más interes.

En resúmen, es una obra que merece recomendarse por su expectativa probable, y por los servicios que naturalmente debe prestar en un laborío en que estén bien organizados los trabajos conducentes á la explotacion.

Su importancia es tal, que puede dar orígen á un nuevo centro de trabajos y á un punto conveniente de extraccion.

Socavon de La Aurora.

En la falda occidental de uno de los cerros que forman la cordillera en que están abiertas las minas de La Canal, se extiende la cañada que separa esta region de la cuadrilla del Ayotusco, donde tambien existen y se trabajan algunas minas.

En la parte más profunda de esa barranca, y en el límite inferior de la vertiente del cerro mencionado, está abierto el socavon de La Aurora, con la direccion de N. O.—30°—S. E.: su sec-

cion es de 2.00 metros de ancho por 2.50 de alto y su longitud actual es de 22 metros.

La roca en que está abierto es la pizarra impregnada de clorita y cuarzo, en estratificacion horizontal formada por lajas delgadas.

La direccion de esta obra es poco conveniente, porque va á cortar las vetas que se propone habilitar bajo un ángulo muy agudo y á una distancia que no medí, pero que se puede valuar en 500 metros.

Su bajo nivel es, por el contrario, ventajoso, pues se puede aprovechar bajo los planes un tramo de 90 á 100 metros.

El lugar en que está abierto permite el establecimiento de una perforadora de aire comprimido, cuya máquina seria muy conveniente, así para avanzar en el cuele como para tener, sin necesidad de lumbreras, la ventilacion suficiente en toda la longitud de la obra.

La multitud de direcciones que siguen las numerosas vetas que caracterizan este Mineral, imprime interes á este socavon, considerado como aventurero.

Su continuacion es conveniente en cuanto á que explora y habilita esa region á una profundidad importante.

Socavon de los Alemanes.

50° al S. O. del anterior, en una pizarra talcosa cuyo color gris azulado le da cierta semejanza con la pizarra carbonífera, y á la orilla del rio del Ayotusco, está simplemente iniciado un socavon que se llama de los Alemanes. Su direccion no es aún determinable, pero parece ser de N. O.—60°—S. E.

Está más alto que el de La Aurora, y no presentando un interes real, no debe aconsejarse su apertura.

Socavon de Barrena.

Al Sur del anterior está este socavon abierto en la direccion N. S. No puede explorar las vetas del primer grupo, y tambien carece de importancia.

No hay, pues, que fijar en él la atencion.

Las demas minas que mencioné al principio y que forman el fundo metálico que constituye el Mineral de La Canal, no pueden ser descritas detalladamente, porque además de que están inaccesibles y presentan las consecuencias del abandono, su interes es secundario; y si bien al organizar los trabajos conviene examinarlas una por una para conocer la ventaja que de ellas se puede sacar, en un reconocimiento como el presente, este exámen no es necesario, á la vez que no ha sido posible, puesto que requiere trabajos de habilitacion y limpia, dilatados y costosos.

Bastando para el objeto de este Informe, el haberlas señalado, daré por concluido este punto, para pasar á otro género de consideraciones que deben ser consignadas para la claridad del asunto á que se refieren.

La riqueza de los metales que han producido las minas de La Canal, en todas las épocas en que han sido trabajadas, y que aún producen por los trabajos imperfectos y reducidos de los buscones, ha contribuido, y no poco, para darles la fama de que gozan.

Estas leyes han variado en límites muy extensos, como sucede en todos los minerales, y en esta oscilacion se ha llegado á un máximo que corresponde á una gran riqueza de mineral, y que por haberse presentado con alguna frecuencia, ha dado lugar á la idea de que los frutos de esta mina son, en general, muy ricos.

Tengo á la vista las boletas en que constan los datos relativos á 987 introducciones hechas en las haciendas de San José, Santiago y Arcos; y de ellas resulta que el máximo de la ley que acusan corresponde á 14.40 marcos por carga, y la mínima á 0.84; la ley média más comun es de 1.50 á 3.00 marcos.

Las leyes encontradas por los ensayes practicados en las muestras recogidas en mi visita, por calas hechas en los hilos, son las siguientes, referidas á la carga de 12 arrobas:

Mina de San Gerónimo, número 1	6.30	marcos.
„ „ „ 2	3.75	„
„ „ „ 3	3.30	„
„ San Antonio	2.10	„
„ Las Papas	3.75	„
„ Santa Rosa, número 1	25.50	„

Mina de Santa Rosa, número 2	4.20	marcos.
„ „ „ 3	4.35	„
„ „ „ 4	4.50	„
„ „ „ 5	2.40	„
„ Providencia	3.60	„
Veta de la Encarnacion	1.65	„
Frente N. de El Pachuqueño	1.05	„
Cata de El Tercero	0.45	„

Este resultado confirma la observacion hecha respecto de las variaciones que sufre la ley, haciendo ver que las muy altas deben considerarse como excepcionales por más que sean algo frecuentes.

Las apreciaciones que respecto de los datos expresados pueden hacerse, permiten formarse una idea de la riqueza del mineral que la explotacion puede extraer de las minas de La Canal, cuyo dato es uno de los factores que contribuyen á expresar la importancia de una mina; pero respecto del otro factor, el relativo á la cantidad de carga, nada, cuerdamente obrando, puede decirse; pues el poco espesor de los hilos metálicos, la poca constancia en la mayor parte de las vetas, y sobre todo, las alteraciones que estos elementos sufran en la nueva zona en que tendrian que desarrollarse los trabajos, deben hacerlo oscilar en límites que se hallan fuera del alcance de la prevision y del dominio de las conjeturas.

Todo inclina á creer que la extraccion no seria pequeña; pero nada hay en que fundar una cifra, aunque sólo fuera aproximada.

Por grande que sea la oscuridad con que se presentan las cuestiones, en una mina abandonada, en la que no hay libros que consultar, trabajos emprendidos que ver, marcha administrativa que seguir, ni aun personas informadas con quienes conferenciar; en que no puede interrogarse más que á la roca cuyas manifestaciones, ocultan, entorpecen ó desfiguran los trabajos mismos que en ella se han ejecutado; en que muchos puntos están inaccesibles, muchos caminos obstruidos, muchas excavaciones ocultas por los derrumbes, por los atierres ó por el agua; en el caso actual se presenta con toda claridad el hecho de que el estado de las minas de La Canal y anexas, es en extremo desfavorable; creo que en las consideraciones que anteceden, he dejado consignada esta desconsoladora deduccion, y en varios pasajes he asentado el

hecho de que no hay, en todas las minas visitadas (y con mayor razon faltan en las inaccesibles) un solo punto que se pueda poblar con trabajos de disfrute.

Pero al lado de la situacion que en la actualidad guarda una mina, se presenta otra cuestion íntimamente ligada con ella, y que en un Informe pericial debe resolverse: cuál es su expectativa probable.

Estas dos cuestiones se hallan ligadas entre sí con una íntima dependencia, y la segunda no se puede resolver sin el estudio de la primera.

Para resolverla en el caso que nos ocupa, deben tenerse á la vista los datos siguientes:

1º Las vetas de la region estudiada, no se han agotado en el sentido de su profundidad.

2º En la region explotada, que constituye los altos de estas vetas, se han encontrado metales abundantes, más ó ménos ricos, pero siempre costeables.

3º Existe por lo mismo un macizo, abajo de los planes actuales, enteramente vírgen y que debe contener metales en las mismas ventajosas condiciones.

De estos hechos, que para el objeto son los principales, y á cuyo lado se podrian citar otros de ménos valor técnico y de ménos importancia real, se deduce que estas minas tienen porvenir.

Para alcanzarlo es preciso hacer accesible esta zona vírgen, y localizar en ella los trabajos.

Para lograrlo, es necesario hacer el desagüe, que se conseguirá parcialmente por los socavones de La Expectativa, del Pachuqueño y de La Aurora, y en una escala conveniente por el establecimiento de una máquina de vapor.

Obtenido el desagüe, se presentan dos medios para emprender el nuevo laborío, haciendo abstraccion del antiguo, cuya limpia, fortificacion y demas operaciones que habria que hacer para aprovecharlo serian en extremo costosas.

El primero consiste en romper en los planes actuales, cerca del alto, un cañon hácia el Poniente, para salirse con él de la veta. A los 10 metros, dar un pozo de una longitud suficiente para la resistencia del macizo que habria de soportar los atier-

res y derrumbes de los altos, y por su plan, abrir otro cañon al Oriente, paralelo al anterior, para cortar la veta en el alto. En este corte se romperian frentes al N. y al S. que, combinadas con pozos y nuevos cañones, sin obra alguna de cielo, sino las que autorizaran algunos casos excepcionales, formarian el nuevo laborío.

El otro medio consiste en el cuele del tiro, ó en la apertura y cuele de un pozo, en un punto convenientemente elegido, desde cuyo plan se darian las obras conducentes, despues de que hubiera llegado á la profundidad necesaria para dar el conveniente espesor al macizo, que ha de separar los altos, del nuevo laborío.

Hay que advertir que, ántes de encontrarse en este caso, todas las obras que tienen que emprenderse son muertas; y no se tienen para extraer algun metal otras probabilidades, que las que se fundan en los hilos ó vetas que puedan cortarse por los socavones mencionados, en su carácter de aventureros.

No se debe, por supuesto, tomar en consideracion este caso, ni su importancia ha de ser tal que contribuya á sostener los gastos necesarios para las obras indicadas.

Lo mismo debe decirse de otras vetas trasversales, que además de las mencionadas existen, y que se pueden registrar por pequeños trabajos de exploracion bien ordenados. Los de explotacion sólo deberán emprenderse cuando estén indicados por esas exploraciones.

Hacienda de Gama.

Como parte esencial del fundo metálico de que acabo de dar una idea, debe mencionarse la hacienda de beneficio de Gama, situada en la cuadrilla de este nombre, á un kilómetro de distancia del tiro de San Gerónimo.

Tomo este tiro por centro para esta referencia, porque está en el patio del quebradero, que, como se ha dicho, está limitado por la casa-habitacion y las oficinas.

La hacienda de Gama está hoy convertida en ruinas, pues sólo queda de ella el sitio, en gran parte cubierto por la vegetacion:

el acueducto de mampostería, que tiene sobre 500 metros de longitud, y las cajas de las ruedas, tambien de mampostería, en buen estado de conservacion, y en las que se pueden montar ruedas de 10 metros de diámetro.

La seccion del acueducto es de 0.40 × 0.40; la inclinacion de caida 35°, y el ancho del cárcamo 1.80.

El establecimiento del motor no presenta dificultades ni gastos de consideracion, siendo ésto lo único que se puede aprovechar.

El agua de que se puede disponer, aunque con las variaciones de la época, es constante; y en el tiempo en que más escasea, sólo se tiene que disminuir la fuerza empleada.

En esta hacienda se pueden establecer los diferentes sistemas de beneficio que requieran los minerales; pero los más adecuados á los frutos de esta region, bien conocidos por los beneficiadores de la localidad, son el de patio y el de fundicion, reservando este último para los metales ricos.

Para el primero, se pueden llevar de México el mercurio y el sulfato: la sal se compra con más ventaja en Zacualpan, ó en la hacienda misma, donde la llevan directamente los indígenas que la elaboran en el Ahuitztlan.

Para el segundo, los metales de ayuda pueden llevarse de Sultepec, que los produce en abundancia.

Bajo el aspecto metalúrgico, el trabajo que para explotar las minas de La Canal se estableciera, no careceria de los elementos necesarios para sistemar un buen beneficio.

La posicion del centro minero que constituye las minas de La Canal y anexas, es muy ventajosa por su proximidad relativa con poblaciones de importancia; pues de Sultepec, que es la cabecera del Distrito, del que una de las municipalidades es Zacualpan, dista 12 leguas; de Toluca, que es la capital del Estado de México, á que pertenece, dista 30, y de la capital de la República dista 48; pero las 18 leguas que separan esta capital de aquella, no deben tomarse en consideracion por la facilidad con que las salva el ferrocarril Nacional.

Dos son los caminos principales entre Toluca y Zacualpan: el uno por Tenancingo, hasta cuyo punto, que dista 12 leguas, se

llega en carruaje; y el otro por Almoloya, que es en su totalidad de herradura y un poco más largo, aunque ménos accidentado.

Los abastos que más se usan y se necesitan en las minas, se encuentran en abundancia; pues entre las maderas abundan el roble y el cedro, y entre los materiales de construccion abunda la cal, la arcilla, la cantería y diversas rocas poco distantes.

No se ha encontrado piedra á propósito para la fabricacion de los arrastres; pero ésto tal vez depende de que no se ha buscado con empeño, pues el empleo de los morteros de polveo para la porfirizacion, no hace sentir la necesidad de estos aparatos, tan convenientes, tan económicos y tan eficaces para obtener una buena molienda.

A corta distancia se encuentra arcilla refractaria propia para la fabricacion de muflas, escorificatorios y otros útiles destinados á resistir elevadas temperaturas.

Los forrajes, que consisten en maíz y rastrojo, se encuentran á buen precio.

Los jornales acostumbrados, son de 1 peso para ademadores y carpinteros; 75 centavos para albañiles, 50 para barreteros, y 37 y 25 para los demas operarios.—Estas minas están amparadas hasta el 20 de Abril de 1884, por decreto de la Legislatura.

Resumiendo lo expuesto en las líneas que anteceden, pueden condensarse las consideraciones en ellas expresadas, en las deducciones siguientes:

1ª Las minas de La Canal y anexas están labradas en tres grupos de vetas, que arman en la pizarra arcillosa, y cuyos rumbos son de N. S. con echado al Poniente; de Oriente á Poniente con echado al Sur y en direcciones intermedias, y cuyo espesor varía desde algunos centímetros hasta 2 metros.

2ª El mineral está distribuido en hilos, variables en su posicion y anchura, y cuyas leyes oscilan entre 0.84 y 25 marcos por carga de 12 @, siendo la ley média más comun de 2 á 3 marcos.

3ª El estado actual de estas minas es en extremo desfavorable, por haber sido muy mal trabajadas y estar cubiertas por los atierres, amenazadas por los derrumbes y agotadas por los trabajos de busca.

4ª El porvenir de estas minas está en la parte de las vetas que

se extienden abajo de los planes, á la que no se puede llegar sino por obras puramente muertas y previo el desagüe.

5ª Entre las obras de más importancia que mejor se pueden utilizar y que se deben seguir, están los socavones de La Aurora, La Expectativa, y el de El Pachuqueño, que conviene limpiar, y el crucero de San Antonio.

6ª La hacienda de beneficio está en ruinas, y sólo se pueden aprovechar en ella el sitio, el acueducto y las cajas de las ruedas.

7ª Los elementos para el trabajo y los ingredientes para el beneficio, permiten establecer el negocio bajo un plan económico y productivo.

8ª La posicion de las minas es ventajosa, por su proximidad á poblaciones de importancia.

Hé aquí, Señor Ministro, el juicio á que conduce el reconocimiento pericial hecho en las minas de La Canal, de la Municipalidad de Zacualpan, que tengo la honra de presentar á vd. en desempeño de la comision que se sirvió confiarme.

México, Diciembre 7 de 1882.

SANTIAGO RAMIREZ.

INFORME

QUE RINDE A LA SECRETARIA DE FOMENTO

el Ingeniero de Minas

TEODORO LUIS LAGUERENNE

Como resultado de su exploracion á los criaderos metalíferos

de la

Sierra del Estado de Guerrero

C. Ministro de Fomento:

Comisionado por el Ministerio de su digno cargo con el objeto de practicar una exploracion científica de los criaderos metalíferos de la Sierra del Estado de Guerrero, emprendí mi marcha de esta capital el dia 30 de Mayo del año próximo pasado, despues de haber recibido de oficio las instrucciones que se me dieron para el mejor desempeño de mi comision.

Las instrucciones á que me refiero son las siguientes:

1ª Formacion de croquis é itinerarios de los caminos recorridos durante la exploracion.

2ª Descripcion topográfica de la localidad.

3ª Estudio geológico del terreno en que se encuentren los criaderos.

4ª Estudio estratigráfico de la region explorada.

5ª Estudio paleontológico de los fósiles que se recojan durante el reconocimiento.

6ª Clasificacion y determinacion de los criaderos, condiciones geognósticas de su yacimiento, número de los que se hayan explotado ó estén actualmente en explotacion.

7ª Importancia de los diversos criaderos, su expectativa probable y condiciones de su explotacion.

8ª Elementos con que se cuenta para ésta, medios de adquirir los que falten, ventajas é inconvenientes que se presentan para su desarrollo.

9ª Tratamientos metalúrgicos más adecuados, medios de establecerlos, probabilidades de adquirir los ingredientes necesarios.

10ª Ventajas é inconvenientes que presenta la exportacion de los productos explotados y explotables, sean ó no metálicos.

11ª Medios de trasporte á los lugares más adecuados para el establecimiento de oficinas metalúrgicas, ó para la exportacion; costo que sacará el beneficio de los frutos, calculado por carga ó por monton; circunstancias que pudieran hacer ventajosa la explotacion de los criaderos.

12ª Número, posicion y espesor de las vetas que presenten los criaderos; extension de éstos; enumeracion de las sustancias explotables que contienen; su proporcion y distribucion, y sus relaciones con las rocas en que arman los criaderos.

13ª Formacion de colecciones de rocas, fósiles y minerales que se encuentren en los lugares explorados.

14ª Además de estos puntos generales, el ingeniero extenderá sus estudios á todos aquellos que estime necesarios para el mejor desempeño de su comision, y hará las observaciones que juzgue convenientes para facilitar la formacion de compañías que puedan explotar con buen éxito los criaderos minerales del distrito explorado, fomentando y desarrollando en él este importante ramo de nuestra riqueza pública.

Teniendo que recorrer una extension vasta en un país, se puede decir desconocido hasta ahora, y mal juzgado por otra parte, la marcha que he seguido en mis exploraciones ha sido la siguiente: cruzar la Sierra en distintas direcciones hasta la costa, para así poderme formar una idea de la constitucion geológica del Estado, puesto que para el mejor desempeño de mi comision, habiéndoseme, hasta cierto punto, fijado un tiempo limitado, no podia yo dedicarme á un estudio minucioso y prolijo de cada distrito minero, pues he creido comprender que la mision delicada que bondadosamente me ha sido confiada por el Supremo

Gobierno, ha tenido por objeto el dar á conocer los recursos con que cuenta esta porcion integrante de la Confederacion Mexicana, conocida actualmente con el nombre de «Estado de Guerrero.»

La tarea que se me impuso, como se comprende, es sumamente delicada, difícil y aun superior á mis conocimientos; la acepté, á pesar de mi insuficiencia, por conocer de antemano algo acerca de este Estado, y comprender por lo mismo que siempre ha sido mal juzgado en todos sentidos, como ha sucedido con respecto al carácter é índole de sus habitantes, su clima, sus riquezas, tanto minerales como agrícolas, etc., etc.: espero, sí, que el presente Informe será visto con indulgencia, debida por una parte á mis pocos conocimientos en la materia, y por la otra á que he tenido que trabajar en un terreno completamente nuevo, inexplorado, por decirlo así, por cuya causa no he tenido datos ningunos de que partir, teniendo que luchar muchas veces con la desconfianza que algunos de sus habitantes manifiestan á las personas que vienen de fuera del Estado, debido esto á informes apasionados y falsos, pues á algunos les han hecho creer que si dan á conocer algunos criaderos minerales, los perderán irremisiblemente, sin comprender que al tenerlos ocultos no pueden sacar ventaja alguna de ellos en bien propio.

I

Formacion de croquis é itinerarios de los caminos recorridos durante la exploracion.

Por el croquis y perfil que acompaño, se nota la porcion de este Estado que he recorrido durante mi exploracion, así como su aspecto quebrado y áspero.

Con respecto á los itinerarios, me ha parecido más conveniente el ponerlos bajo la forma de tablas, las cuales indican el nombre de los lugares, la distancia de un punto á otro, y las distancias totales expresadas todas en kilómetros: estas distancias, como bien se comprenderá, sólo son aproximadas; en algunos casos he tomado como punto de partida á la capital de la República.

Número 1.

Itinerario de Mexico á la Ciudad de Iguala, pasando por el Mineral de Tasco.

Nombres de los lugares	Distancias. Parciales en kilóms.	Distancias. Totales en kilóms.
De México al pueblo de Tepepa	20	20
„ Tepepa al pueblo de San Mateo	8	28
„ San Mateo al pueblo de Topilejo	4	32
„ Topilejo á la Cuadrilla El Guarda	14	46
„ El Guarda al punto nombrado Cruz del Marqués*	8	54
„ La Cruz del Marqués al pueblo de Huitzilac	12	66
„ Pueblo de Huitzilac á la Ciudad de Cuernavaca	16	82
„ Cuernavaca á la Hacienda de Temisco	8	90
„ Hacienda de Temisco al pueblo de Acatlipa	2	92
„ Acatlipa á la Hacienda del Puente	8	100
„ Hacienda del Puente al pueblo de Xochitepec	1	101
„ Xochitepec al pueblo de Alpuyeca	6	107
„ Alpuyeca al pueblo de Puente de Ixtla	21	128
„ Puente de Ixtla á la Hacienda de San Gabriel	2	130
„ Hacienda de San Gabriel al pueblo de Amacusac	3	133
„ Amacusac al pueblo de Huajintlan	5	138
„ Huajintlan á la Cuadrilla de Achichintla	18	156
„ Achichintla al pueblo de Acuitlapan	4	160
„ Acuitlapan al pueblo de Acamistla	7	167
„ Acamistla al Mineral de Tasco	5	172
„ Tasco al pueblo de Tecalpulco	12	184
„ Tecalpulco á la Ciudad de Iguala	24	208

Número 2.

Itinerario de México al puerto de Acapulco, sin dar la vuelta por el Mineral de Tasco.

Nombres de los lugares	Distancias. Parciales en kilóms.	Distancias. Totales en kilóms.
De México al pueblo de Amacusac**	133	133
„ Amacusac á la Cuadrilla de Tepetlapa	12	145
„ Tepetlapa á la Cuadrilla La Cajeta	4	149

* La Cruz del Marqués está situada en la línea limítrofe del Distrito Federal y del Estado de Morelos.

* El pueblo de Amacusac está situado en la márgen Norte del rio del mismo nombre, el cual es el mismo de Huajintlan: dicho rio sirve de límite entre el Estado de Morelos y el de Guerrero.

NOMBRES DE LOS LUGARES	DISTANCIAS. Parciales en kilóms.	Totales en kilóms.
De La Cajeta á la Cuadrilla de Venta de la Negra.	8	157
„ Venta de la Negra á la Cuadrilla Los Amates..	8	165
„ Los Amates á la Cuadrilla del Platanillo	10	175
„ Platanillo á la Ciudad de Iguala.............	16	191
„ Iguala á la Cuadrilla de Tepochica...........	8	199
„ Tepochica á la Cuadrilla de Sacacoyuca.......	4	203
„ Sacacoyuca á Cuadrilla de Sabana Grande.....	12	215
„ Sabana Grande á Cuadrilla de Tonalapa.......	8	223
„ Tonalapa á Cuadrilla de Xalitla..............	17	240
„ Xalitla al pueblo de Mezcala	13	253
„ Mezcala á la Venta del Zopilote	38	291
„ Venta del Zopilote al pueblo de Zumpango....	16	307
„ Zumpango á la Ciudad de Chilpancingo.......	12	319
„ Chilpancingo al pueblo de Petaquillas.........	8	327
„ Petaquillas á la Hacienda de Mazatlan........	8	335
„ Hcda. Mazatlan á la Hacda. de Palo Blanco ...	4	339
„ Hcda. de Palo Blanco á la Hcda. de la Imágen..	4	343
„ Hcda. de la Imájen á la Hcda. de Acahuizotla.	4	347
„ Hcda. de Acahuizotla á la cumbre del cerro Los Cajones....................................	12	359
„ Cumbre de los Cajones á la Cuadrilla del Rincon	4	363
„ Rincon al pueblo Dos Caminos.................	12	375
„ Dos Caminos á la Cuadrilla de Tierra Colorada	12	387
„ Tierra Colorada á la Cuadrilla de Palo Gordo..	4	391
„ Palo Gordo á la Venta Paso real del Papagayo.	8	399
„ Venta del Papagayo á la cumbre del Peregrino.	8	407
„ Cumbre del Peregrino á la Venta del Peregrino	4	411
„ Venta del Peregrino á la Cuadª Agua del Perro.	6	417
„ Agua del Perro á la Cuadrilla El Alto.........	8	425
„ El Alto á la Cuadrilla de los Guajes	6	431
„ Los Guajes al pueblo Dos Arroyos *	8	439
„ Dos Arroyos á Venta Vieja.....................	40	479
„ Venta Vieja al puerto de Acapulco.............	16	495

Número 3.

ITINERARIO DE LA CIUDAD DE BRAVOS Ó CHILPANCINGO AL PUERTO DE ACAPULCO, PASANDO POR LA SIERRA.

NOMBRES DE LOS LUGARES.	DISTANCIAS. Parciales en kilóms.	Totales en kilóms.
De Bravos á Rancho de Apetlanca..................	16	16
„ Apetlanca á la Cumbre del cerro La Escalera..	2	18

* De "Dos Arroyos" á "Venta Vieja" no están indicadas las cuadrillas intermedias por haber dado la vuelta por la Hacienda de la "Providencia."

NOMBRES DE LOS LUGARES	DISTANCIAS. Parciales en kilóms.	Totales en kilóms.
De Cumbre del Cerro Escalera á Mineral de Tepostepec	2	20
,, Mineral de Tepostepec á Rancho de Huacalapa	23	43
,, Huacalapa á la Cuadrilla de San Vicente	16	59
,, San Vicente á la Cuadrilla Rincon de la Alcaparrosa	16	75
,, Rincon de la Alcaparrosa al Rancho del Naranjo	16	91
,, Rancho del Naranjo al Pueblito	4	95
,, El Pueblito á la Cuadrilla El Carrizal	1	96
,, Carrizal á la Cumbre cerro «Minas Viejas»	12	108
,, Minas Viejas á Rancho de Santa Rita	8	116
,, Santa Rita á Cuadrilla de Santa Bárbara	20	136
,, Santa Bárbara á Rio de San Cristóbal	12	148
,, Rio de San Cristóbal á la Cuadrilla de Ceutla*	1	149
,, Ceutla á la Cuadrilla de Santa Rosa	14	163
,, Santa Rosa al Cerro La Calera	6	169
,, La Calera al cerro de San Nicolás (cruz)	14	183
,, Cruz cerro de San Nicolás á la Hcda. La Providencia	20	203
,, Hcda. Providencia al pueblo de Texcan	16	219
,, Texcan á la Venta Vieja	24	243
,, Venta Vieja al puerto de Acapulco	16	259

Número 4.

Itinerario del puerto de Acapulco á Dos Arroyos, pasando por Xaltianguis.

NOMBRES DE LOS LUGARES.	DISTANCIAS. Parciales en kilóms.	Totales en kilóms.
De Acapulco á la Hacienda La Providencia	56	56
,, La Providencia á Rancho de Xaltianguis	20	76
,, Xaltiangis al pueblo de Dos Arroyos	24	100

Número 5.

Itinerario de la Ciudad de Chilpancingo al mineral de Xalpitzaco.

NOMBRES DE LOS LUGARES.	DISTANCIAS. Parciales en kilóms.	Totales en kilóms.
De Bravos al pueblo de Petaquillas	8	8
,, Petaquillas al pueblo de Mochitlan	12	20
,, Mochitlan al pueblo de Quechultenango	16	36

* De la Cuadrilla de Ceutla al Mineral de San Cristóbal hay seis kilómetros.

NOMBRES DE LOS LUGARES	DISTANCIAS. Parciales en kilóms.	DISTANCIAS. Totales en kilóms.
De Quechultenango al pueblo de Colotlipa	8	44
„ Colotlipa al Rancho de Tlanicuilulco..........	14	58
„ Tlanicuilulco á la Cuadrilla de Hueyapan.....	1	59
„ Hueyapan al Mineral de Xalpitzaco...........	1	60

Número 6.

Itinerario del pueblo de Mochitlan á la Ciudad de Bravos, pasando por la Ciudad de Tixtla.

NOMBRES DE LOS LUGARES.	DISTANCIAS Parciales en kilóms.	DISTANCIAS Totales en kilóms.
De Mochitlan á la Ciudad de Tixtla...............	12	12
„ Tixtla á la Ciudad de Bravos....................	16	28

Número 7.

Itinerario de la Ciudad de Chilpancingo al Mineral de Tepozanalco.

NOMBRES DE LOS LUGARES	DISTANCIAS. Parciales en kilóms.	DISTANCIAS. Totales en kilóms.
De Chilpancingo al Rancho de Talapa.............	16	16
„ Talapa á la Hacienda de Chichihuialco	16	32
„ Chichihuialco al Mineral de Tepozanalco......	20	52

Número 8.

Itinerario de la Ciudad de Chilpancingo al pueblo de San Juan (sobre el Mezcala.)

NOMBRES DE LOS LUGARES.	DISTANCIAS. Parciales en kilóms.	DISTANCIAS. Totales en kilóms.
De Chilpancingo al pueblo de Zumpango...........	12	12
„ Zumpango al pueblo de Huiziltepetl	22	34
„ Huiziltepetl al pueblo de San Juan	25	59

II

Descripcion topográfica de la localidad.

El Estado de Guerrero es en su mayor parte montañoso; sin embargo debo advertir que los accidentes del terreno son muchísimo más pronunciados del rio de Mezcala en adelante, como lo he notado en mi expedicion, pues he tenido ocasion de transitar por la Cañada del Zopilote, que es por donde pasa el camino real: he recorrido al Oeste de dicha cañada el camino que conduce desde el pueblo de Mezcala á la ciudad de Chilpancingo ó Bravos, pasando por la hacienda de Chichihualco; al Este de la misma cañada he examinado el terreno que se encuentra entre el pueblo de San Juan y el de Zumpango del Rio.

La línea divisoria entre el Estado de Morelos y el de Guerrero es el rio Huajintlan, que más adelante toma el nombre de Amacusac. Sus afluentes son: por el lado del Norte el arroyo que nace á inmediaciones de Tenancingo en el Estado de México, y por el lado del Sur el que nace en la Sierra que se extiende del Mineral de Tasco al de Zacualpam: dichos arroyos son los que pasando por debajo de la cordillera calcárea en la cual la naturaleza ha formado la grandiosa Gruta de Cacahuamilpa, aparecen en el paraje nombrado «Las Bocas» al Sur de dicha gruta, formando el rio de Huajintlan ó Amacusac, el cual tiene una corriente rápida é impetuosa, sobre todo en la estacion de aguas, siendo por lo mismo su paso peligroso en dicha estacion por la falta de un puente: este rio es uno de los tributarios del Mezcala.

Cruzando el rio de Huajintlan en el paso del pueblo del mismo nombre, y dirigiéndose en seguida al S.W. hácia el Mineral de Tasco, el terreno va elevándose gradualmente hasta el pié de la cuesta de Achichintla; de allí en adelante comienza realmente la Sierra y se eleva rápidamente presentando los ascensos y descensos, que son naturales en cualquiera serranía cuando se atraviesa trasversalmente.

De la ciudad de Teloloapam en adelante se baja gradualmente

hasta llegar al rio de Mezcala ó de las Balsas, con cuyo nombre es conocido en este lugar: en la otra orilla del rio el terreno forma llanuras más ó ménos extensas: esta parte es verdaderamente «la tierra caliente» del Estado de Guerrero, en la cual llueve poco de dia, pero en las noches se puede decir que la lluvia cae á torrentes: la temperatura en esta parte del Estado es tal vez más elevada que en las costas, pues hay dias en que el termómetro centígrado á la sombra marca 35 ó 36 grados.

Partiendo de Tasco hácia el S.E., el terreno baja hasta cosa de seis kilómetros ántes de llegar á la ciudad de Iguala, la cual está construida en un valle extenso y fértil, pero desprovisto de agua: el clima de dicha ciudad es cálido pero sano; su temperatura média puede llegar á 29 grados en la escala centígrada.

De la ciudad de Iguala hasta el Mezcala se presentan valles más ó ménos extensos, cuyas tierras, aunque fértiles, son escasas de agua, estando atravesados por cordilleras de poca elevacion, las cuales, con poca diferencia, tienen la misma direccion que la Sierra Madre, enlazadas entre sí por estribos que son elevados cuando recorren una extension vasta de terreno, siendo por el contrario deprimidos cuando se extienden en un espacio corto, digámoslo así.

Al otro lado del rio de Mezcala, al Este y al Oeste de la Cañada del Zopilote, comienza á elevarse la Sierra rápidamente, presentando sin embargo algunas planicies y cañadas del lado del Este. Al llegar á la ciudad de Chilpancingo, se encuentra uno en un cañon formado por la misma naturaleza en el corazon de la Sierra, el cual es de bastante longitud, presentándose al Este y al Oeste de él la Sierra con sus alturas imponentes; pudiendo asegurar que en esta localidad es en donde tal vez es más elevada, sobre todo del lado del Oeste: el cañon de que he hablado se puede decir que, con ligeras interrupciones, baja gradualmente hasta la hacienda de Acahuizotla, en donde este descenso es interrumpido por el cerro de «Los Cajones,» el cual aparece como empotrado en este lugar, destruyendo así este declive uniforme hasta llegar al cerro del Coquillo, pasado el cual, el terreno se extiende hácia Costa Chica al Este del rio del Papagayo, hasta llegar al mar, presentando una pendiente suave.

Partiendo del pueblo de Petaquillas hácia el Este, despues de atravesar una cañada estrecha y de poca extension, se encuentra un valle que es bastante amplio en algunos lugares, atravesado por un arroyo que desemboca en el rio Azul: este valle es fértil y ameno; es tal vez uno de los más ricos del Estado: se encuentran allí las producciones de la tierra templada y de la caliente; muere en el pueblo de Colotlipa, y de allí en adelante hácia el Norte y el Noreste vuelve á elevarse majestuosa la Sierra, encontrándose edificada en su meseta superior la ciudad de Chilapa, acaso la más importante del Estado.

Desde Mezcala, como he dicho ántes, la Sierra es áspera y presenta algunas cordilleras muy elevadas. Su direccion média es O. 60°-N.E.-60° S. Para mayor facilidad en mi relato, he designado estas cordilleras por los nombres de las montañas más elevadas que se encuentran en ellas, dándoles las denominaciones siguientes: cordillera de Huiziltepetl, de Zochipala, de Tlacotepetl, de Tlacatepetl, de Santa Rosa, de San Cristóbal, de San Nicolás y del Carabeli, como puede verse en el croquis que acompaño á este Informe.

La más elevada de todas estas cordilleras, es la de Tlacatepetl, en la cual la cumbre del cerro de la Escalera está á 2521 metros sobre el nivel del mar, debiendo advertir que se encuentran aún picos más elevados, como son los conocidos bajo las denominaciones de cerro de Tlacatepetl y cerro de Tiotepetl, pudiendo éstos estar á una altura de 2800 metros sobre dicho nivel. Siento no haber podido ascender hasta la parte superior de ellos, pero la época en que hice mi exploracion, no era propicia, por ser en la estacion de aguas. Segun me lo han asegurado los habitantes de la Sierra, estos picos se cubren de nieve en los meses de Diciembre y Enero. Entre estas cordilleras se presentan valles más ó ménos profundos, que siguen con corta diferencia la direccion média de la Sierra; son generalmente estrechos y prolongados hasta llegar á la cordillera de San Nicolás, pues desde la cima del cerro del mismo nombre, en el paraje donde está una cruz, el panorama que se presenta á la vista es hermoso, pues al S.E. es visible el mar, la laguna de San Márcos, en su totalidad, la faja de tierra que separa á dicha laguna del mar, y se nota que los valles que

siguen son extensos, sobre todo hácia el lado de la Costa Chica, pues por el lado de Costa Grande, la Sierra viene á morir casi á orillas del mar: debo advertir que la costa que está al Oeste de Acapulco, es la llamada *Costa Grande*, y que aquella que se encuentra al Este de dicho puerto es la *Costa Chica.*

La última cordillera, que es la que he designado con el nombre de Carabeli, es la que forma al llegar al mar la bahía de Acapulco, la cual es de figura casi circular, estando limitada al Este por el cerro de los Icacos y al Oeste por el cerro del Carabeli; su entrada la tiene por la extremidad Suroeste, por un canal estrecho y corto, que no es visible si no es poniéndose enfrente del lugar en que penetra en la bahía, y es lo que llaman «*La Bocana.*» La superficie probable de la bahía es de cinco mil hectaras; tiene agua profunda casi hasta el puerto.

El puerto de Acapulco es tal vez el primero del mundo; digo el primero, porque hasta ahora nada ha hecho la mano del hombre para mejorarlo, como ha sucedido con otros que, por su misma naturaleza, eran abrigados. Las tempestades pueden rugir en el Océano; las olas, cual montañas, pueden en su furor venir á chocar contra las rocas graníticas que circundan á la bahía, teniendo que retirarse en seguida lamiendo los flancos de estas montañas, como si comprendiesen su impotencia para destruir esa barrera que les ha interpuesto allí la mano del Todopoderoso: por un lado tenemos este espectáculo imponente, miéntras que por el otro vemos en la bahía á los navíos mecerse tranquilamente sobre las aguas apénas agitadas.

En esta bahía en que millares de buques caben con toda seguridad, se necesita construir un faro y un muelle, de manera que las embarcaciones de alto bordo puedan atracar pegadas á él: creo que el dia que el puerto de Acapulco esté enlazado con la ciudad de México por medio de una via férrea del mismo ancho que la construida de esa ciudad al puerto de Veracruz, evitando con esto trasbordes, el movimiento en Acapulco renacerá, cobrará vida y dará animacion á todas las poblaciones que se encuentran en el tránsito.

Por la descripcion topográfica que acabo de hacer de la parte del Estado de Guerrero, que he recorrido durante mi explora-

cion, se comprende desde luego que en él se encuentran realmente todos los climas, y que se puede pasar en el mismo dia, de la tierra fria á la templada y á la caliente: estos cambios de temperatura hacen que las producciones del reino vegetal sean por lo tanto muy variadas y abundantes: en la parte de la Sierra que he recorrido se encuentran, en las partes altas, encinos y ocotes, miéntras que en los valles formados por las cordilleras ya descritas, se da el tabaco, la caña de azúcar, etc., etc. En lo general la Sierra está muy poco poblada; de desear seria que se estableciesen colonos en ella; tendrian magníficos criaderos para ganado mayor y menor, y en las planicies ó valles podrian dedicarse á las siembras que creyesen más convenientes, pudiendo asegurar que el colono podria escoger la temperatura que más le agradase: faltan, es cierto, caminos, pero con el aumento de poblacion vendria el tráfico, y esto haria que poco á poco se fuesen abriendo caminos transitables; además, este seria el único medio de hacerlos, pues entiendo que por ahora el Estado no cuenta con elementos para llevar á cabo esta mejora. Debo advertir que estos valles que se encuentran en la Sierra, en lo general no carecen de agua para el riego, pues hay arroyuelos, y en algunos de ellos rios más ó ménos caudalosos que los atraviesan de un extremo á otro.

El terreno cerca de las costas es sumamente feraz; puede decirse que en algunos parajes el camino está bajo verdaderas bóvedas de verdura, encontrándose de tramo en tramo bosques de limoneros que impregnan el ambiente con el suave perfume de sus azahares.

En Costa Chica, como el terreno es más plano que del lado de Costa Grande, el agricultor tiene un vasto campo para su trabajo é industria; pues además de las salinas que la naturaleza ha creado, y de las cuales por procedimientos casi primitivos se extrae la sal que se quiera, puede dedicarse al cultivo del algodon, del café, del añil y del tabaco, encontrándose en algunos puntos de esta costa, como acontece en Copala, al Este del rio de Nespa, que sirve de lindero entre estos terrenos y la hacienda de San Márcos, terrenos privilegiados para el cultivo de esta planta: el tabaco de Copala el dia que se siembre, cultive y pre-

pare por personas inteligentes en la materia, puede tal vez ser superior al que se cosecha en San Andrés Tuxtla, pues tal cómo se cultiva y prepara en la actualidad, que es de una manera imperfecta, se aproxima por sus cualidades al de la última localidad ya mencionada.

En las partes altas tenemos el árbol que produce el caoutchouc, en otras el « *Cayaco* » ó palmera, que produce el coquito de aceite; además se encuentran maderas de tinte y finas. Es de sentirse únicamente que estos montes de maderas preciosas se vayan destruyendo poco á poco, como está sucediendo, sin sacar provecho de ninguna especie, por el sistema que se emplea al hacer la siembra de maíz, en lo que llaman por aquí *Tlacolol.*

El que quiere sembrar « un tlacolol » escoge el local que más le agrada en la Sierra, ó en cualquiera otro monte, y con hacha en mano derrumba todo cuanto se opone á su paso; árboles corpulentos y retoños caen al suelo: hecha esta operacion, prende fuego á la parte de monte que acaba de destrozar, el cual consume todo, desde la encina secular hasta la semilla más insignificante, y lo que pocos dias ántes era un bosque frondoso y oloroso, se convierte en un espacio humeante, negruzco, cuyo tinte uniforme es interrumpido de trecho en trecho por montones blanquecinos de cenizas; en seguida el agua del cielo se encarga de mezclar estas cenizas con la tierra vegetal y el humus.

El labrador, armado de su chuzo, que es un palo cuya extremidad inferior está calzada de una punta de hierro, procede á hacer agujeros más ó ménos distantes, en este suelo vírgen, echando desde dos hasta cuatro granos de maíz en cada una de las oquedades que ha hecho, segun le parece conveniente ó le ha enseñado la experiencia, hecho lo cual, con el pié arroja una poca de tierra para tapar la semilla, y así prosigue hasta que termina su siembra; á los cuarenta, sesenta ú ochenta dias, segun la clase de semilla de que ha hecho uso y la temperatura del lugar, cosecha su maíz. Veamos qué ventajas ha sacado este individuo con haber destruido una extension de monte más ó ménos grande, cubierta muchas veces de maderas finas, de palo de tinte ó del árbol que produce el caoutchouc, con el objeto de levantar una cosecha de maíz que valdrá de treinta á cuarenta pesos: tris-

te es decirlo; lo único que ha hecho ha sido destruir maderas que producirian en algunos casos una utilidad de diez á veinte mil pesos; y no es este todo el daño que ocasiona, pues á los dos ó tres años de sembrar en dicho lugar, estas tierras se van deslavando insensiblemente, realmente por el abandono, quedando á descubierto la roca que constituye la montaña, por cuyo motivo no es raro el encontrar en estas serranías largos trechos desprovistos completamente de vegetacion, presentando en sus faldas descarnadas las pizarras ó las calizas que las forman, debido á que estas siembras por el sistema de tlacololes se repiten incesantemente.

Si hubiese empresas en el Estado que proporcionasen trabajo á todos, este mismo individuo, sin destruir y con mucho ménos trabajo, se habria proporcionado fácilmente los artículos indispensables para la vida, no sólo para él, sino para toda su familia.

Las autoridades todas deben vigilar que estas siembras se hagan en los bajíos ó valles que reciben las tierras de las montañas ó colinas inmediatas, que se van deslavando por la accion lenta de las aguas, introduciendo el uso de buenos arados y haciendo que los agricultores se enseñen á abonar estas tierras para que así no pierdan sus jugos nutritivos: esta será la única manera de evitar la destruccion de los montes, que, aunque lenta, tiene que hacer sentir sus efectos nocivos más ó ménos tarde: tomando estas medidas se cooperará eficazmente al cumplimiento de las instrucciones expedidas repetidas veces por el Ministerio de su digno cargo, para la conservacion de los montes y arboledas; de lo contrario, estos montes desaparecerán, pues cada dia es mayor el consumo de madera y combustible por los ferrocarriles ya construidos, por los que están en via de construccion y por los que en lo sucesivo se vayan construyendo; además de esto, las fábricas de todo género van aumentando rápidamente en número en todo el país, y aumentando tambien el número de habitantes; el consumo de combustible cada dia tiene que ser mayor, lo que hará que cada vez vaya siendo más escaso y valioso: por lo mismo debemos de felicitarnos todos, por los descubrimientos que de dia en dia se van haciendo en nuestro suelo, de carbon mineral, entre los cuales hay algunos que parecen ser de una grande importancia.

Me parece conveniente el indicar que en el Estado de Guerrero no existen tantos insectos y reptiles venenosos como se cree: he permanecido varios meses en dicho Estado; en mis expediciones he pernoctado á veces á campo raso, otras en chozas de techo de zacate, y aun á veces en cavernas formadas por la naturaleza en las faldas de las montañas, y en distintos climas, y muy rara vez he encontrado algun alacran ó sabandija por el estilo; de manera que los hay como puede haberlos en cualquiera otra parte de nuestro país. En las costas es cierto que se encuentra el mosquito, pero esto acontece lo mismo en la costa de Veracruz; y no creo que el mosquito de la costa de Guerrero sea más grande ni más ponzoñoso que el de la de Veracruz.

El carácter de los habitantes del Estado es en general dócil é independiente hasta cierto punto, por cuya causa no les agrada el ser tratados con altanería; tratándolos con política y buen modo, encuentra uno que generalmente es gente hospitalaria y servicial. Llama sí la atencion y sorprende al que por primera vez baja á la costa, el ver á todos los hombres con su machete colgado del hombro izquierdo por medio de una correa, y esta costumbre hace creer, sobre todo al que no conoce las costumbres de esta parte del Estado, que son individuos que atacan á todo el mundo; pero llegando á conocer su índole, se ve que es una costumbre en ellos el cargar el machete, así como nosotros nos acostumbramos á llevar en la mano un fuete ó un baston: en lo general es gente alegre y muy afecta á los bailes.

Tienen, es cierto, sus riñas entre sí, y entónces es cuando hacen uso de sus machetes, pues por su mismo carácter independiente prefieren zanjar cualesquiera cuestion que tengan entre sí, con machete en mano, en vez de ocurrir á un juez de paz á exponer sus quejas y esperar á que se les administre justicia; pero si el *arribeño*, con cuyo nombre designan generalmente á todos los forasteros, se maneja con ellos con política y no los trata con altanería, no tiene que sentir de ellos, pues como he dicho ántes, lo hospedan con gusto en sus casas; les agrada que se les platique de algunas cosas que tal vez ellos conocen únicamente de nombre; se comprende que en lo general desean ilustrarse, y tratándolos de esta manera contestan con agrado á cualesquiera

pregunta que se les haga, y le dan á uno á veces informes importantes referentes á los elementos naturales que existen en el suelo en que habitan.

Como debo de ser verídico en mi relato, no debo ocultar que en Guerrero está localizada una enfermedad rara, cuyo orígen es desconocido tal vez: me refiero al «Mal del Pinto.»

Cuando nace una criatura de padres pintos, está limpia, es decir, que en su cuerpo no se percibe ninguna pinta; á los cuatro ó seis meses de edad comienzan á presentarse manchas azuladas de color más ó ménos intenso: en algunos individuos no cambian de aspecto, aun cuando lleguen á la época de la pubertad: en otros, por el contrario, se ve que estas manchas azuladas van cambiando poco á poco de color y aumentan á veces en número, pasando por el color violado, el rojo, y tomando todos los tintes intermedios hasta el color blanco, que parece ser el término de esta enfermedad rara: hay individuos que tienen el cuerpo cubierto de manchas de todos colores, es decir, que presentan realmente un aspecto abigarrado: á algunos estas manchas les producen mucho escozor, y al tocarlos siente uno su piel rugosa y como cubierta de escamas; esto es lo que llaman *pinto grueso;* otros, por el contrario, teniendo tal vez las manchas del mismo color que los anteriores, no sienten ninguna comezon y tienen la piel suave; en este caso se le designa con el nombre de *pinto delgado;* en otros individuos que tienen únicamente el pinto blanco, se nota entre algunos de ellos que dichas manchas están recubiertas de unas escamas muy delgadas y finas, siendo éstas del mismo color de la mancha, las cuales se desprenden continuamente, presentando estas laminitas que caen, el mismo aspecto que tiene el tamo del maíz: dichas escamitas se reproducen incesantemente: esta clase de pinto, segun estoy informado, ocasiona mucho escozor: en otros individuos la mancha blanca es completamente lisa, en cuyo caso no produce molestia de ningun género.

¿Cuál será el orígen de esta enfermedad cutánea, pues así la considero? Lo ignoro á la verdad. He hecho, sí, esta observacion: que en lugares cuya altura sobre el nivel del mar es mayor que 1200 metros, esta enfermedad no existe, es decir, no es ori-

ginaria, digámoslo así, de esos lugares, como sucede en el Mineral de Tasco y en las ciudades de Chilpancingo, Tixtla y Chilapa, en donde se goza de una temperatura y climas deliciosos, sobre todo en Tasco; en la costa tampoco se presenta este mal, que tal vez está localizado en una zona cuyos límites son por el lado de la costa una línea que está á 600 metros sobre el nivel del mar, miéntras que por el lado del rio Mezcala esta línea se encuentra á 400 metros de altura sobre el mismo nivel, y por el lado superior está limitada esta zona por una línea que se encuentra á 1200 metros sobre dicho nivel: debo hacer notar tambien que en esta zona, en donde se presenta esta enfermedad, es en donde únicamente aparece un mosquito pequeño, cuya picadura es venenosa, y que es conocido con el nombre de «mosco rodador,» porque despues de que ha picado, si ha tenido tiempo de llenarse, rueda y muere: arriba y abajo de esta zona, dicho mosco desaparece.

Algunos creen que esta enfermedad se trasmite por la picadura de este mosco: no lo creo así, porque nadie al pasar por el pueblo de Mezcala y Cañada del Zopilote, puede impedir que lo piquen los moscos; y lo probable seria que toda persona que transitase con alguna continuacion por estos parajes, resultase pinta, lo cual no sucede: es más probable que este contagio tenga lugar por el contacto íntimo del hombre con la mujer, es decir, por la cópula: no sé si este mal pueda tener su orígen en algunas sales que arrastren en disolucion las aguas; vacilo en esta creencia, porque casi todos los afluentes del rio Papagayo, el cual desagua en la laguna del mismo nombre, la cual á su vez desemboca en el mar, nacen en la Sierra en las vertientes en donde aparece esta enfermedad; y seria raro, aun cuando no del todo imposible, el que estas sales en disolucion sufriesen una doble descomposicion en presencia de otras sales que se encontrasen en el terreno que forma su lecho, á una altura de más de 600 metros sobre el nivel del mar. Personas que han vivido muchos años en el Mineral de Tepantitlan y que se conservan limpias, me han asegurado al preguntarles qué clase de precauciones habian tomado para evitar el contagio, que la única que han tenido es el echar una poca de zarzaparrilla machucada en el agua

que beben, teniendo cuidado de cambiar el agua y la zarzaparrilla todos los dias. Me han asegurado que el mal en su principio, es decir, ántes de que las manchas lleguen á tomar el color blanco, desaparece empleando pomadas mercuriales y haciendo uso de poderosos sudoríficos; esto me hace comprender que el mal tiene remedio en su principio, y que si progresa es por desidia ó ignorancia del individuo atacado por dicha plaga.

No debo ocultar que este mal comienza á aparecer aun con alguna frecuencia en localidades en donde no se habia notado ántes, segun los informes que tengo: esto se atribuye á que los individuos atacados de esta enfermedad comienzan á emigrar, y estableciéndose en otros lugares, llegan á tener familia, por cuya causa este mal va cundiendo así poco á poco en localidades en donde ántes no existia. Creo debe tenerse esto presente para buscar el antídoto.

Esta enfermedad debe, en mi concepto, estudiarse sobre el terreno mismo, y seria de desear, en bien de la humanidad, que la Escuela de Medicina nombrase una comision de facultativos inteligentes para estudiar esta enfermedad en la misma localidad en que se desarrolla, pues tal vez en el mismo lugar pueda encontrarse el antídoto contra dicho mal.

Adjunto presento un perfil desde el pueblo de Amacusac, que pasando por el Mineral de Tasco y la hacienda de la Providencia, termina en el puerto de Acapulco; dicho perfil, además de indicar la formacion geológica, marca las sinuosidades del terreno.

En seguida acompaño una tabla que contiene en su primera columna el nombre de los lugares en que he hecho la observacion; en la segunda sus alturas sobre el nivel del mar; en la tercera la temperatura, expresada en grados de la escala centígrada; en la cuarta la hora de observacion, y en la quinta los pocos casos en que he podido determinar las temperaturas médias. Este trabajo no pretendo que sea exacto; necesita corregirse por medio de observaciones repetidas; pero hay en dicha tabla alturas que tal vez ántes de ahora no habian sido indicadas por nadie.

ALTURAS SOBRE EL NIVEL DEL MAR

NOMBRES DE LOS LUGARES	Alturas sobre el nivel del mar metros	Temperaturas Escala centígrada	Horas de observacion	Temperaturas médias
Pueblo de Amacusac	975,83	21°,5	5h 45′ A.M.	
Idem de Huajintlan	977,27	24°	7 30′ A.M.	
Cuadrilla de Achichintla	1259,82	29°,5	11 00 A.M.	
Pueblo de Acuitlapam	1584,00	25°	4 00 P.M.	
Mineral de Tasco	1787,40	20°,5	12 00 M.	20°
Pueblo de Tecalpulco	1416,98	21°	8 00 A.M.	
Ciudad de Iguala	860,03	28°	2 00 P.M.	29°
Cuadrilla de Tepochica	990,88	25°	7 00 A.M.	
Idem de Sacacoyuca	941,60	25°	8 00 A.M.	
Idem de Sabana Grande	849,41	28°	10 30′ A.M.	
Idem de Tonalapa	814,56	32°	12 00 M.	
Idem de Xalitla	620,15	24°	8 00 A.M.	
Rio de Mezcala	559,89	31°	11 00 A.M.	37° al Sol
Pueblo de Mezcala	560,14	34°	3 00 P.M.	32°
Lugar en que estuvo la Venta Vieja del Zopilote	701,75	26°	8 00 A.M.	
Venta Nueva del Zopilote	814,51	27°	11 15′ A.M.	
Pueblo de Zumpango del Rio	1096,24	24°	5 30 P.M.	
Ciudad de Chilpancingo ó de Bravos	1273,08	24°,5	12 30′ P.M.	21°
Cerro de Isatla	1232,28	22°	8 00 A.M.	
Idem de Chachultepec	1101,00	22°	9 00 A.M.	
Pueblo de Huiziltepetl	1359,96	25°,5	5 00 P.M.	
Cerro del Jagüey	1935,36	15°	10 00 A.M.	
Rancho de Apetlanca	2324,10	17°	1 30′ P.M.	
Cumbre del Cerro de la Escalera	2521,34	11°	2 00 P.M.	
Mineral de Tepostepetl	2376,64	5°,5	6 00 P.M.	
Rancho de Huacalapa	2176,27	10°,5	1 00 P.M.	
Principio de la bajada á la cuadrilla de San Vicente	2311,20	10°	11 00 A.M.	
Cuadrilla de San Vicente	2003,04	10°	12 00 M.	
Id. del Rincon de la Alcaparrosa	863,77	27°	11 30′ A.M.	
Rancho del Naranjo	671,84	27°,5	12 00 M.	
Cuadrilla del Pueblito	657,71	29°	1 00 P.M.	
Idem del Carrizal	668,80	25°	4 00 P.M.	
Cumbre del Cerro Minas Viejas	1089,44	25°	8 30′ A.M.	
Rancho de Santa Rita	1114,08	25°	10 00 A.M.	
Cuadrilla de Santa Bárbara	1072,64	24°,5	1 30′ P.M.	
Rio de San Cristóbal	798,41	27°	8 30′ A.M.	
Cuadrilla de Ceutla	847,87	27°	8 45′ A.M.	
Mineral de San Cristóbal	914,88	28°	11 45′ A.M.	
Cuadrilla de Santa Rosa	845,02	24°	11 00 A.M.	
Cumbre del Cerro de la Calera	1203,18	16°	6 30′ A.M.	
Barranca Honda	1138,41	24°	9 00 A.M.	
Cruz en la cumbre del Cerro de San Nicolás	1383,13	18°	9 45′ A.M.	
Hacienda de La Providencia	799,86	28°	2 00 P.M.	23°
Pueblo de Texca	574,80	26°	9 30′ A.M.	
Venta Vieja	115,41	30°	3 15′ P.M.	
Puerto de Acapulco	4,28	26°,5	9 00 A.M.	30°
Rancho de Xaltianguis	559,95	27°	10 00 A.M.	
Pueblo de Dos Arroyos	290,74	29°	4 00 P.M.	

NOMBRES DE LOS LUGARES	Alturas sobre el nivel del mar metros	Temperaturas Escala centígrada	Horas de observacion	Temperaturas médias
Cuadrilla de los Guajes	249,28	20°	7 00 A.M.	
Idem de El Alto	234,55	22°	8 30′ A.M.	
Idem de Agua del Perro	296,06	29°	10 00 A.M.	
Venta del Peregrino	131,19	29°	10 40′ A.M.	
Cumbre del Cerro del Peregrino.	360,53	30°	11 40′ A.M.	
Venta Paso Real del rio Papagayo	177,10	29°	12 30′ P.M.	
Cuadrilla de Tierra Colorada	313,22	28°	12 45′ P.M.	
Pueblo de Dos Caminos	607,64	27°	9 00 A.M.	
Cuadrilla del Rincon	748,00	25°	11 30′ A.M.	
Cumbre del Cerro de los Cajones.	933,28	23°	6 30′ A.M.	
Hacienda de Acahuizotla	570,63	22°	8 30′ A.M.	
Idem de la Imágen	1056,00	25°	10 40′ A.M.	
Idem de Palo Blanco	1124,92	26°	11 25′ A.M.	
Idem de Mazatlan	1185,43	23°	12 30′ P.M.	
Pueblo de Petaquillas	1096,98	20°	7 00 A.M.	
Idem de Mochitlan	989,09	24°	12 30′ P.M.	
Idem de Quechultenango	860,64	25°	3 30′ P.M.	
Idem de Colitlipa	762,45	24°	1 00 P.M.	
Rancho de Tlanicuilulco	665,15	22°	4 00 P.M.	
Cuadrilla de Hueyapam	652,96	25°	12 00 M.	
Mineral de Xalpitzaco	812,10	25°,5	9 00 A.M.	
Ciudad de Tixtla	1284,79	22°	12 30′ P.M.	19°
Rancho de Jalapa	1386,69	16°	10 00 A.M.	
Hacienda de Chichihualco	1145,81	20°	2 30′ P.M.	
Mineral de Tepozonalco	1586,82	14°	10 00 A.M.	

III

Estudio geológico del terreno en que se encuentran los criaderos.

Al tratar de la descripcion topográfica de la localidad, se recordará que he indicado que la direccion média de la Sierra es O. 60° N.–E. 60° S., y que para mayor facilidad en mi relato la he dividido en varias cordilleras, que son: partiendo desde la costa hácia el centro, es decir, al Norte; 1ª, la cordillera del Carabeli; 2ª, la de San Nicolás; 3ª, la de San Cristóbal; 4ª, la de Santa Rosa; 5ª, la del Tlacatepetl; 6ª, la de Tlacotepetl; 7ª, la de Zochipala; 8ª, la de Huiziltepetl, y 9ª, la del Huizteco, ó sea la del Mineral de Tasco.

Tomando estas cordilleras en el mismo órden en que acabo de mencionarlas, notamos que las rocas ígneas que se presentan en

su parte superior, en la 1ª, 2ª, 3ª y 4ª, son los granitos, cuya roca, á medida que se encuentra en las cordilleras más elevadas, es de grano más fino, y por consiguiente sus elementos constituyentes cerca de la costa son más gruesos; en la 5ª, 6ª, 7ª, 8ª y 9ª, la roca ígnea que se presenta á la vista del observador es el pórfido.

Podemos considerar que la cubierta primitiva de la zona que he explorado, está formada por el granito, base general y continua, pues he llegado á observarlo aun á 210 kilómetros próximamente al Norte de la costa, en la cañada del Zopilote; dicha cubierta ha sido perforada por una sucesion de rocas eruptivas y recubierta por una serie de depósitos sedimentarios.

Toda roca superpuesta á esta cubierta granítica, debe ser necesariamente ígnea ó sedimentaria, siendo muy difícil el establecer ó marcar el paso entre estas dos clases de rocas, á causa de la interposicion frecuente de las rocas metamórficas, es decir, de las rocas metamorfoseadas por la vecindad ó el contacto de las rocas ígneas.

La edad de las rocas ígneas no es absoluta; las rocas graníticas pueden hacer erupcion en una localidad en la cual la serie de rocas porfiríticas habian aparecido de antemano. Resulta, por lo tanto, de esta condicion geognóstica, una grandísima dificultad para determinar la sucesion de rocas eruptivas; su clasificacion no puede establecerse si no es comparativamente con la serie de terrenos sedimentarios.

Se recordará que he dicho, al tratar de la descripcion topográfica, que el terreno era sumamente quebrado, lo cual concuerda exactamente con la formacion geológica, pues el suelo granítico y apizarrado es generalmente elevado y accidentado, frio y poco fértil; las pendientes de los valles y las vertientes son mucho más fuertes que en los terrenos secundarios y terciarios, los cuales generalmente afectan la forma de valles más ó ménos extensos; las corrientes de agua son múltiples, muy ramificadas y torrenciales; las rocas, á veces desnudas, son generalmente semi-cristalinas y de estratificacion inclinada y discordante; todos estos caractéres del suelo de transicion sólo se modifican en ciertos valles, notables por su fertilidad y formados por rocas calizas y arcillosas, en donde el clima es más suave, templado ó caliente,

por cuya causa estas localidades son las que se eligen generalmente para la instalacion de poblaciones.

En los terrenos de transicion las rocas arenáceas se encuentran en abundancia.

Todos estos caractéres que acabo de mencionar como propios de los terrenos de transicion, los he observado en algunas partes de la Sierra que he recorrido durante mi exploracion; he encontrado valles estrechos y fértiles, en los cuales el clima es generalmente cálido, siendo la vegetacion exuberante, miéntras que las alturas son frias, lo cual puede comprobarse por medio de la tabla que al fin del capítulo II presento, en la cual, además de indicar las decisivas temperaturas, marco tambien las alturas sobre el nivel del mar de un gran número de puntos: debo advertir tambien que en las partes más elevadas de la Sierra, la vegetacion característica es de encinos y ocotes: creo conveniente indicar las alturas médias de las cordilleras en que he considerado dividida la Sierra, las cuales son las siguientes:

La del Carabeli está á cosa	de 100	metros sobre el nivel del mar.
,, de San Nicolás ,,	de 1383	idem idem idem.
,, de San Cristóbal ,,	de 914	idem idem idem.
,, de Santa Rosa ,,	de 845	idem idem idem.
,, de Tlacatepetel ,,	de 2500	idem idem idem.
,, de Tlacatepetl ,,	de 2200	idem idem idem.
,, de Xochipala ,,	de 1586	idem idem idem.
,, de Huiziltepetl ,,	de 1200	idem idem idem.
,, del Huizteco ,,	de 1700	idem idem idem.

Las rocas arenáceas las encuentro en grande abundancia en la falda S. E. de la cordillera de San Nicolás, en la parte baja, que es en donde está situada la antigua hacienda de la Brea, conocida actualmente con el nombre de hacienda de la Providencia.

En la bajada llamada del Campanario, que conduce de la cuadrilla de San Vicente á la del Rincon de la Alcaparrosa, la roca se presenta desnuda, semicristalina, y en estratificacion inclinada y discordante.

Creo conveniente indicar como regla general que los terrenos

formados generalmente de gneiss y micas-pizarras, son más antiguos que aquellos en que dominan las pizarras arcillosas y vacias-grises, estando caracterizados los depósitos de transicion superior por la abundancia de calizas y areniscas cuarzosas; además, debo de hacer notar que en los terrenos de transicion semi-cristalinos, en los cuales dominan los gneiss, micas-pizarras y las de esteatita, no se encuentran fósiles, que es lo que caracteriza á los de la formacion média; y por último, que los terrenos superiores están formados principalmente por pizarras arcillosas y sus variedades.

En resúmen, podemos asegurar que los terrenos de transicion propiamente dichos, pertenecen á tres períodos distintos, por cuya causa se consideran divididos realmente en tres formaciones, á las cuales debemos agregar tambien la carbonífera.

Estas formaciones son las siguientes:

Formacion de transicion inferior ó cambriana.
" de idem média ó siluriana.
" de idem superior ó devoniana.
" carbonífera ó de la ulla.

El aspecto en general de la Sierra desde la costa hasta llegar á inmediaciones de la Cordillera del Tlacatepetl, es granítico; el gneiss, la mica-pizarra y las pizarras arcillosas, son las dominantes: cerca de la meseta superior, en donde están los valles de Chilpancingo y su prolongacion hácia el Sur y hácia el S. E. y E. los de Qechultenango, Mechiltan y Textla, en donde los depósitos arenáceos y calcáreos descansan sobre los terrenos apizarrados, tenemos una serie de valles ó cuencas más ó ménos extensas, sobre los cuales se encuentran los depósitos carboníferos.

Al ocuparme del estudio estratigráfico de la region explorada, se verá que en algunos de estos valles la estratificacion es completamente horizontal, lo cual indica un largo período de tranquilidad, que indudablemente ha sido propicio al desarrollo de una vegetacion prodigiosa y general, que mezclando sus productos á los de erosion, ha dado nacimiento á las capas de carbon.

En las partes más elevadas de las Cuadrillas de Santa Rosa, Ceutla, Santa Bárbara, Santa Rita, Minas Viejas, El Carrizal, El Pueblito, El Rincon de la Alcaparrosa, San Vicente, así como en el cerro del Peregrino, es visible el granito, el cual está recubierto en las faldas de estas montañas por el gneiss, formando como un manto, digámoslo así, observándose esto mismo en la falda que ve al mar en la Cordillera de San Nicolás, en cuya localidad la mica es sumamente abundante, lo mismo que en la bajada del Campanario, así como en la que conduce á Santa Bárbara; siguen en seguida las micas-pizarras y una que otra pizarra talcosa, escasa en esta parte de la Sierra; las pizarras arcillosas aparecen generalmente en las bases de estas formaciones. En algunos puntos, como sucede al llegar á la cuesta de Santa Bárbara, en el cerro de la Calera, situado entre San Nicolás y Santa Rosa, y en el cerro del Peregrino, se encuentran las calizas que propiamente podemos llamar calizas de montañas.

De manera que podemos decir que esta caliza de montañas comienza al principio de la bajada para San Vicente, en donde se presentan tambien capas de arcillas rojizas mezcladas con algunas de poca potencia de calizas fétidas, extendiéndose en seguida al S. E. rumbo á la Cuadrilla de Huacalapa, Mineral de Tepostepec y de Teponazapa.

Los gneiss y mica-pizarra aparecen tambien cerca de Dos Caminos y Tierra Colorada, y por el N. W. se extiende esta misma formacion á una gran distancia en la Sierra.

En la hacienda de la Providencia, Texcan, Venta Vieja é inmediaciones del puerto se presentan capas de rocas arcillosas metamorfoseadas, teñidas de rojo y alternando con capas arenáceas cuarzosas y calcáreas, del lado de Coyuca de Benitez, lo mismo que por Costa Chica, así como en los valles que existen en la Sierra, aparecen tierras arcillosas mezcladas con tierras arenáceas y calcáreas, que cerca de la orilla del mar se convierten en capas de arenas cuarzosas de formacion cuaternaria, que podemos llamar propiamente del período actual.

Se ve, por lo tanto, que la formacion que acabo de describir está caracterizada por rocas apizarradas que se ligan por pasos insensibles á las rocas graníticas que las han levantado.

El gneiss recubre grandes masas graníticas y puede considerarse como sirviendo de base á los terrenos apizarrados, y como formando el paso de estos granitos á las pizarras. En resúmen, podemos decir que en esta serie de rocas apizarradas, que tambien alternan entre sí, los gneiss y las micas-pizarras forman generalmente la base; las pizarras arcillosas, las más bien caracterizadas, están en la parte superior; la naturaleza cristalina de estas capas es indudablemente un indicio del metamorfismo que han de sufrir estos depósitos sedimentarios por la accion y contacto de la roca ígnea que en este caso es el granito: la grande abundancia de mica cristalina que se encuentra en la Sierra, generalmente de color amarillo de oro, se debe atribuir tambien á influencias metamórficas.

El terreno de la mica-pizarra contiene cuarzo en grande abundancia, formando á veces vetillas angostas y otras veces poderosas, como se nota en las bajadas del cerro del Campanario, y en la que conduce á Santa Bárbara. Tambien he encontrado pizarras arcillosas, teñidas de negro por el carbon, y de rojo por los óxidos de hierro que coloran á las tierras arcillosas que se depositan en los valles y que están cerca de las costas: aparecen tambien algunas pizarras de un color gris azulado, cerca de las orillas del rio Papagayo, en el paraje nombrado «El Paso Real.»

Los bancos subordinados de caliza que he dicho ya que aparecen en alguna parte de la Sierra, deben considerarse como de verdadera caliza carbonífera ó de montaña, pues generalmente es bastante dura, lo cual hace que se presente á veces en relieves muy aparentes; todos estos caractéres nos están indicando el paso de la formacion de transicion inferior que es la dominante en la parte de la Sierra que acabo de describir, á la superior, que es la que se encuentra en las partes más llanas cerca de las costas: debo hacer notar que la formacion média no la he encontrado, pues no he hallado fósiles; por lo tanto, podemos asegurar que la formacion devoniana descansa sobre la cambriana; y cerca de las costas, á orillas del mar, esta formacion devoniana está recubierta por capas de arena que podemos considerar como de formacion actual ó contemporánea.

Las calizas de Tepoztepetl forman, al Oeste de Chilpancingo,

así como las que están del lado del Sureste en el llamado cerro de la Vieja, una verdadera cintura de rocas elevadas, por cuya causa Chilpancingo puede considerarse como situado en un verdadero cañon natural de la Sierra Madre, que se extiende por el lado del Sur en direccion de Ayutla y Tecuanapa, y por el lado del Norte hácia Zumpango del Rio: en esta zona, así como en la que se extiende al Este formando el Valle de Tixtla, y al S.E. el de Mochitlan y Quechultenango, terminando este último en Colotlipa cerca del rio Azul, es en donde existe la verdadera formacion carbonífera, así como en el llano de Huiziltepec al Norte de Zumpango del Rio, la cual cubre la de transicion superior ó devoniana, que es visible en algunos parajes de estas inmediaciones.

La roca eruptiva que se presenta en la cordillera más elevada de todas y que es la de Tlacatepetl, la podemos considerar como el paso del granito al pórfido: dicha roca es la que realmente liga la formacion granítica á la porfídica, siendo esta última roca la dominante en las otras cordilleras que aun no describo.

Se puede asegurar que la formacion del carbon descansa sobre la caliza de montaña ó carbonífera, la cual á su vez reposa sobre los terrenos apizarrados y graníticos; de donde infiero que en esta parte del Estado de Guerrero es en donde se llegarán á encontrar, el dia en que se emprendan investigaciones en toda forma, depósitos poderosos de carbon y de clase superior.

Esta formacion que afecta la forma de depósitos más ó ménos grandes, creo poderla considerar como perteneciente á los depósitos marinos: siento sobremanera el no haber podido encontrar fósiles en ella; pero por no estar aislados, por ser bastante extensos y por descansar sobre las calizas carboníferas, creo que es admisible mi creencia.

A inmediaciones de Chilpancingo, en esta formacion he encontrado capas de arcilla apizarrada, verdaderos mantos de fierro litoide carbonatado, arcillas ferruginosas, calizas margosas y capas de arena cuarzosa formadas de elementos muy pequeños é impregnadas de agua. La formacion carbonífera cerca de Chilpancingo y en el cerro de los Cajones al Sur, así como en las colinas que están al Este en direccion á Tixtla y sobre las cuales

pasa el camino que conduce de esta primera ciudad á la segunda, están recubiertas con capas de terreno de acarreo, formado por fragmentos de rocas cuarzosas, calcáreas, porfiríticas y aun graníticas, en fragmentos generalmente medianos, y en algunos casos, como sucede con el cerro de los Cajones, el cual es un verdadero conglomerado de base arcillosa, con fragmentos de rocas calcáreas, graníticas y de cuarzo á veces blanco, otras veces negro y otras veces colorido de varios tintes por los óxidos de hierro; siendo estos fragmentos á veces bastante grandes, su procedencia puede considerarse que es de la destruccion de las rocas que forman las montañas más inmediatas y más elevadas.

Los demas depósitos carboníferos, sobre todo los de los valles de Quechultenango, Tixtla y Huiziltepec, están recubiertos por tierras arenáceas, calizas y arcillosas, dominando la arcilla de un color gris de humo desde el pueblo de Petaquillas hasta cerca del cerro de los Cajones en terrenos de la hacienda de Acahuizotla, pertenecientes indudablemente á los terrenos secundarios.

Los terrenos secundarios ocupan vastas llanuras y comprenden las tres formaciones siguientes:

La primera ó inferior, en la cual dominan las rocas arenáceas y sobre todo las areniscas rojas y abigarradas, por cuya razon se le designa con el nombre de «Terreno de las areniscas rojas.»

La segunda está caracterizada por calizas compactas y oolíticas, alternando con arcillas (terreno del Jura).

La tercera está compuesta por arenas y calizas glauconiosas, así como por calizas cretáceas. (Terrenos cretáceos).

Las rocas secundarias son generalmente litoides, y sólo toman el aspecto metamórfico en los países montañosos.

Los depósitos arenáceos tienen generalmente una estratificacion concordante, y á la simple vista se comprende que son sedimentarios.

Las calizas son las rocas dominantes, generalmente litoides, compactas y á veces oolíticas, y solamente en las formaciones superiores es donde presentan una textura terrosa; las margas y arcillas son á veces deleznables y plásticas.

Las areniscas rojas y abigarradas de la época secundaria, y por lo tanto posteriores á los depósitos carboníferos, contienen

á veces fragmentos de rocas porfiríticas. Las erupciones porfiríticas parecen ser el orígen de la inmensa cantidad de óxidos de fierro anhidro que coloran estas formaciones; los elementos ferruginosos provienen indudablemente del interior del globo.

En los valles que se extienden hácia el Norte del rio Mezcala, y que podrémos designar con el nombre de las cuadrillas y pueblos que están ubicados en ellos, y que son los de Xalitla, Tonalapa, Salana Grande, Sacacoyuca, Llano de Iguala, de Colula, Tomatal y Tepecoacuilco, extendiéndose por el lado Norte y Noroeste hasta la cordillera del Platanillo, y por el Oeste hácia Tasco el Viejo, así como los terrenos que se encuentran al Sur de Mezcala, en Zochipala, y en la hacienda de Chichihualco y cerca del rancho de Jalapa al Noroeste de Chilpancingo, las areniscas rojas alcanzan su máximo de tenuidad y se vuelven arcillosas; algunas veces esta arenisca roja está recubierta en algunos parajes por otra formada por granos amorfos incoloros y traslucientes de cuarzo; en general es difícil el determinar de una manera precisa la línea de demarcacion que las separa.

A inmediaciones de las cuadrillas de Apango y Atliaca, al Noreste de Zumpango del Rio, que es en donde tiene su orígen la llamada Cañada del Zopilote, se encuentra una formacion semejante á la que acabo de describir, y aun cuando es muy difícil distinguir una de otra, sin embargo la presencia del yeso y aun del azufre, el cual he encontrado en los empalmes de algunas rocas, así como el sabor salado de las aguas de la Cañada, como el de algunas arcillas grises que se encuentran al Norte del pueblo de Huiziltepec, me indican en esta zona la presencia de depósitos de sal gema, cuyos depósitos caracterizan generalmente la base de los terrenos triásicos.

La monotonía de los valles que he descrito está interrumpida por cadenas de montañas calizas de poca elevacion, que siguen con corta diferencia la direccion média de la Sierra, entrelazadas entre sí por estribos calizos, y encontrándose generalmente estas cadenas á inmediaciones de los lugares que me han servido para denominarlos: del Platanillo en adelante estas montañas calizas son más elevadas hasta llegar á Venta de la Negra, de donde descienden hácia Tepetlapa, y desde esta cuadrilla al

Norte hácia el rio de Amacusac, y al Este y Sureste rumbo á la de Buena Vista, se vuelve á presentar la misma formacion de tierras rojas ya descritas.

Estas cadenas de rocas calcáreas que atraviesan estos terrenos, son compactas y pertenecen indudablemente á la caliza cretácea; en estas calizas se encuentran minerales de fierro, como sucede en Zochipala, Buena Vista y serranía de Tlamacarapa.

En resúmen, puedo asegurar que la formacion que acabo de describir como dominante en esta parte del Estado de Guerrero, es la inferior de los terrenos secundarios, apareciendo en algunos puntos, como sucede en Apango y Atliaca, la del trias, que es la que marca el paso entre la formacion del terreno de las areniscas rojas y el terreno jurásico; las rocas calcáreas las considero como pertenecientes á la formacion inferior del terreno cretáceo, por encontrarse en ellas en varias localidades minerales de fierro en abundancia.

En la Cañada del Zopilote, cerca de Zumpango, aparecen pizarras arcillosas de una época anterior á la del carbon; y más adelante, en la parte que corre de Sur á Norte, que es la más extensa, se presentan las calizas en estratificacion discordante, generalmente levantadas por los pórfidos, y en uno que otro lugar por el granito; todas estas calizas son metamórficas; y aun cuando es muy difícil determinar su edad, se pueden sin embargo considerar como de transicion y secundarias.

El lecho de esta Cañada, así como la de Zochipala, está recubierto por terreno de acarreo moderno formado por la destruccion de las rocas inmediatas, tanto de orígen ígneo como sedimentario, cuyos fragmentos ó elementos son más pequeños á medida que se va uno acercando al rio Mezcala.

Esta formacion secundaria que he descrito, está atravesada al Noroeste y Sudeste de Chilpancingo por pórfidos que forman las cordilleras de Tlacotepetl, Zochipala, Huiziltepec, y algunos kilómetros al Norte la del Huizteco.

Las rocas sedimentarias en contacto con las rocas ígneas, se han metamorfoseado completamente, dominando al Sur de Chichihualco en Tepozonalac las calizas metamórficas y pizarras arcillosas, proviniendo probablemente estas últimas del metamor-

fismo de las rocas arenáceas, cerca de Xalpotzaco, al Sur de Chilapa; los pórfidos aparecen levantando calizas metomórficas, pizarras arcillosas, cloríticas y talcosas, dominando sobre todo estas últimas: en el Mineral de Tasco se encuentran estas mismas rocas, siendo de advertir que las pizarras talcosas no se encuentran en tanta abundancia como en Xalpotzaco, en cuya localidad se puede asegurar que en algunos parajes es la roca dominante.

La cordillera de Tlacatepetl está formada por pórfidos feldespáticos y cuarcíferos, que son los que establecen el paso geognóstico de este terreno con las rocas graníticas que le han precedido; de manera que podemos decir que esta serie de pórfidos ha seguido inmediatamente al período de la ulla ó del carbon: creo conveniente hacer notar que en la serie de rocas eruptivas no hay realmente línea de separacion; el terreno granítico se liga al porfirítico, lo mismo que éste al volcánico.

El período de las erupciones porfiríticas corresponde al período secundario, y es el que comprende las rocas más variadas, como puede notarse en esta misma cordillera de Tlacatepetl, pues á medida que se avanza al Noroeste rumbo á Coronilla y Tepantitlan, los pórfidos se presentan con colores oscuros y verdosos, no contienen cuarzo libre y son de la serie de las rocas trapeanas, y pertenecen por consiguiente á un período de erupcion más reciente que los pórfidos feldespáticos y cuarcíferos: siguiendo más adelante, en esta misma cordillera se presenta una roca que puede clasificarse como diorítica; al pié de esta cordillera diorítica es donde se encuentran situadas Coyuca de Catalan y Ajuchitlan, en la parte que propiamente podemos llamar la tierra caliente del Estado de Guerrero.

Los pórfidos del Mineral de Tasco son feldespáticos y cuarcíferos, ó como se llaman generalmente, pórfidos metalíferos; al Sur de la poblacion de Tasco, rumbo á Minas Viejas, es probable que sean dioríticas.

Al terminar esta descripcion geológica de la zona que he explorado, creo conveniente manifestar que está hecha á grandes rasgos, pues el tiempo de que he podido disponer ha sido realmente corto para hacer un estudio minucioso y detallado de cada localidad: tal vez haya cometido errores, pues como he dicho ya

en la introduccion á esta Memoria, he tenido que trabajar en un terreno nuevo, inexplorado, por cuya causa no he tenido ningunos datos anteriores de que partir: los que me han servido de base para formar el presente Informe, los he recogido personalmente, luchando á veces con grandes dificultades, provenidas algunas de haber hecho esta exploracion en la estacion de aguas, encontrando por lo tanto grandes extensiones de terreno enteramente recubiertas de vegetacion, por cuyo motivo en algunos casos me ha sido sumamente difícil el poder determinar con exactitud á cuál formacion pertenecia tal ó cual terreno que tenia yo á la vista.

IV

Estudio estratigráfico de la region explorada.

En la estratificacion podemos distinguir tres formas distintas, que son: la *estratificacion horizontal*, *la estratificacion diagonal ó cruzada*, *y la estratificacion por ondulaciones.*

Dominando el terreno de transicion en la sierra, por cuya causa se presentan puntos culminantes, esto hace que la estratificacion sea muy accidentada; sin embargo, puedo asegurar que el órden en que se encuentran colocados los estratus de las rocas semicristalinas y metamórficas que constituyen este terreno de transicion, es el siguiente: descansando sobre el granito, aparecen las capas de gneiss, en seguida las de mica pizarra y sus variedades, y por último las de pizarra arcillosa, debiendo advertir que en algunos parajes, sobre todo á inmediaciones de la caliza de montaña, he observado estas pizarras en una posicion casi vertical; en algunos otros aparece esta misma caliza debajo del gneiss y de la pizarra: diríase que el órden de la estratificacion está invertido, apareciendo la roca más moderna abajo y la más antigua arriba; pero esto es aparente, y debido probablemente á que ha habido varias épocas de erupcion, resultando contrafuertes y picos elevados, originándose por lo tanto una estratificacion contorneada, llena de pliegues y de fallas, por cuya causa el órden de superposicion de las capas ha sido invertido comple-

tamente: en otros parajes tenemos una estratificacion completamente diagonal, cortando é interrumpiendo á la primera.

A medida que se acerca uno á las costas, y sobre todo del lado de Costa-Chica, se ve que la estratificacion es concordante, casi horizontal, pues los estratus presentan generalmente una suave inclinacion hácia el mar. Al Norte de Mezcala, en los valles extensos en donde aparece la formacion secundaria, se nota que las rocas sedimentarias se encuentran colocadas casi horizontalmente, de manera que se las puede considerar como estando en la posicion en que fueron depositadas por las aguas, observándose que á inmediaciones de las cadenas de colinas que atraviesan estos valles aparecen estas capas con una ligera inclinacion hácia arriba, sin que por esto se haya cambiado su órden de colocacion.

En la Cañada del Zopilote, así como en una parte de la de Zochipila, las capas sedimentarias presentan posiciones anormales, como atestiguando el orígen ígneo del terreno que ha levantado las formaciones que limitan estas cañadas.

En los Minerales de Xalpitzaco, Tepozonalco y Tasco, la posicion anormal que se observa en las capas que recubren á las rocas ígneas, atestiguan el orígen de estas cadenas de montañas, pues la posicion inclinada y curva de los estratus, así como una multitud de fracturas y fallas, determinan á veces una estructura problemática á causa de la alteracion metamórfica de las rocas, por cuya causa es generalmente difícil seguir la serie de formaciones secundarias, en estos lugares.

En los parajes en donde existe la formacion carbonífera, la estratificacion es casi horizontal, pero en ninguno de estos depósitos es tan notable como en el que se encuentra á inmediaciones de Chilpancingo, en donde en algunos lugares es perfectamente horizontal, como pude notarlo en las eminencias que están al Este de dicha ciudad, en las cuales, como ha habido algunos derrumbes parciales, es perfectamente visible la posicion que guardan los depósitos sedimentarios que las forman. En uno de estos derrumbes que han tenido lugar en la presente estacion de aguas, he podido observar la siguiente formacion y posicion de sus capas constituyentes, la cual es como sigue, partiendo de la superficie hácia abajo:

1º Aparece una capa de tierra vegetal de 0.m20 de espesor.

2º Una capa de marga de 0.m70 de espesor.

3º Una capa de arcilla ferruginosa de 0.m30 de espesor.

4º Una capa de arena aquífera de 1.m00 de espesor; y

5º y último. Sigue una especie de caliza margosa de bastante potencia.

Otro ejemplo de estratificacion horizontal lo he observado tambien en un paraje nombrado "Barranca de Pescopa," al Sur de Chilpancingo, en donde se nota primero una capa de acarreo moderno de 0m20 de espesor, recubriendo una capa de carbon, de la cual he sacado el ejemplar que aparece con el número 50 en la coleccion mineralógica que acompaño, la cual tiene un espesor de 0.m60, siguiendo en seguida una capa de arcilla completamente negra, teñida indudablemente por el carbon, cuyo espesor no pude determinar por ser muy abundantes las infiltraciones á causa de la proximidad de la Barranquilla.

Estas estratificaciones completamente horizontales nos indican un largo período de tranquilidad, durante el cual se formaron estos depósitos sedimentarios, así como los carboníferos.

La capa de arena aquífera es la que indudablemente ocasiona otros derrumbes, pues al encontrar el agua salida por cualquier punto, arrastra tambien parte de esta arena fina de que se compone esta capa, se forman huecos, entra en movimiento esta capa de arena, el cual trasmitiéndose á las capas superiores, ocasiona derrumbes, los cuales se siguen en una grande extension en el terreno inmediato, como se observa tambien en el camino que de la ciudad de Chilpancingo conduce á la de Tixtla, en el cual existe una gran faja de terreno que además de haberse hundido ya cosa de 0.m30, participa á la vez de un movimiento de traslacion hácia el Sur, en donde se encuentra una barranca, por cuyo motivo no será difícil que este camino quede interrumpido el dia ménos pensado.

V

Estudio paleontológico de los fósiles que se recojan durante el reconocimiento.

Como en la mayor parte del terreno que he explorado dominan las rocas primitivas y de orígen ígneo, se comprende que era inútil el buscar fósiles en estas formaciones.

En los depósitos carboníferos podrán encontrarse algunas plantas en el estado fósil; animales en este estado serán más escasos, pues en estos primeros terrenos depositados por la accion de las aguas, la existencia de los séres del reino animal era, en esa época remota, muy limitada, y únicamente de las últimas especies, que propiamente podemos llamar rudimentarias; y además, como estos depósitos están recubiertos en su mayor parte por acarreo moderno, no es fácil encontrarlos, pero sí creo que cuando lleguen á explotarse en forma y á la profundidad, no será difícil que se presenten algunos fósiles.

No ignoro que cerca de la region minera de Tasco, y en la caliza en donde existe la Gruta de Cacahuamilpa se encuentran fósiles característicos de la formacion cretácea, los cuales han sido ya descritos varias veces; y como realmente el objeto principal de la comision que se me ha confiado, ha sido estudiar lo desconocido, he creido más conveniente emplear en dicho objeto el tiempo limitado, hasta cierto punto, de que he podido disponer, y no dedicarlo á hacer la descripcion de cosas conocidas con anterioridad.

VI

Clasificacion y determinacion de los criaderos; condiciones geognósticas de su yacimiento; número de los que se hayan explotado ó estén actualmente en explotacion.

No cabe duda algnna que, en la Sierra, los minerales de hierro son los que han hecho el papel de roca eruptiva en algunos parajes, levantando á las rocas calizas que se encuentran en sus inmediaciones generalmente, como ha sucedido con el criadero

de la Piedra Imán, el del rancho del Naranjo y el de Tepostepec. De manera que estos criaderos de fierro los podemos considerar como subordinados á las rocas graníticas.

Los granitos en el momento de hacer erupcion estaban á una temperatura elevada, y al enfriarse se han producido abras que han sido llenadas en seguida por óxidos de fierro, provenidos de emanaciones del interior del globo, de donde han resultado varias vetas, como se observa en el paraje nombrado «Las Cruces,» en el camino que está cerca de Acapulco: al mismo fenómeno debe atribuirse la formacion de otras vetas de mayor ó menor potencia de este Mineral que se encuentran en otros parajes de la Sierra, debiendo observar que estos criaderos de fierro, que podemos considerar como perteneciendo á la clase de criaderos irregulares, se encuentran casi siempre á inmediaciones de las calizas.

En general puedo asegurar que en esta parte de la Sierra, en donde domina el fierro, el período granítico ha sido pobre en minerales, y que esta pobreza es más notable á medida que se avanza hácia la cordillera, en la cual podemos decir que las rocas del período granítico se mezclan con las del período porfirítico, constituyendo el paso, digámoslo así, de un período á otro.

Los criaderos de fierro que se encuentran á inmediaciones de Zochipala, Cuadrilla de Buena Vista al Este de la de Venta de la Negra y serranía de Tlamacazapa, al Este del Mineral de Tasco, lo podemos considerar como pertenecientes al período porfirítico y de la formacion cretácea inferior; probablemente estos criaderos irregulares están en contacto con una masa central de pórfido que ha levantado á las calizas inmediatas, por lo cual podemos asegurar que estos criaderos, en los cuales dominan los óxidos rojos de fierro, deben considerarse como verdaderos criaderos de contacto.

Generalmente estos minerales son de leyes altas, pues hay algunos como el de La Piedra Imán que pueden dar hasta un 75 por 100 de fierro. El de Tepostepec da un 61 por 100 de fierro.

Los mantos de fierro carbonatado litoide los considero como subordinados á la formacion carbonífera de que he hablado ya en la descripcion geológica de la parte explorada; y para termi-

nar lo relativo á estos criaderos carboníferos, pongo en seguida el resultado del análisis de las muestras de carbon que he recogido.

NÚMERO 1.

CARBON DE CHILPANCINGO.

Carbon fijo	19.80
Agua higrométrica	9.20
Materias volátiles	56.30
Cenizas	14.70
	100.00
Plomo reducido del litargirio	9gr·000
Carbon equivalente	0.2764
Carbon puro equivalente á las materias volátiles	0.0884
Poder calorífico	2161.61

NÚMERO 2.

CARBON DE ZUMPANGO.

Carbon fijo	24.90
Agua higrométrica	10.70
Materias volátiles	53.80
Cenizas	10.60
	100.00
Plomo reducido del litargirio	11,51
Carbon equivalente	0,2764
Carbon puro equivalente á la materia volátil	0,0894
Poder calorífico	2645,60

Teniendo presente que el carbon mineral, el más puro, contiene desde un cuarto hasta 1 por 100 de cenizas, el de buena clase desde 5 hasta 8 por 100, y que la mayor parte de los empleados como combustibles contienen desde 8 hasta 15 por 100, vemos que éste que he encontrado, casi en la superficie, puede emplearse como combustible desde luego; además, por la grande cantidad de materias volátiles que contienen ambos, pueden utilizarse para la preparacion del gas de alumbrado.

Creo conveniente indicar que el criadero de sulfuros de fierro y cobre mezclados que he encontrado presentándose bajo la forma de una masa aislada de 4 kilómetros al S. O. de la Cuadrilla de Santa Rosa, es un verdadero criadero de contacto en forma

de cuña invertida, es decir, que la parte más estrecha es la que se presenta en la superficie del terreno, formando en este lugar el creston; tal vez se ensanche rápidamente á la profundidad: esta clase de criaderos irregulares generalmente han sido muy poco estudiados entre nosotros, y por lo mismo casi nunca se han hecho en ellos investigaciones á la profundidad. La ley de este mineral en el creston es de medio marco de plata por monton; oro no tiene.

Los criaderos de poca importancia que he encontrado, como son los de antimonio y los de plomo, en los cuales podemos decir que los óxidos de fierro forman las matrices, son verdaderos criaderos metamórficos cuyas formas y yacimientos son muy difíciles de determinar, y los cuales en la parte que he explorado son de escasa importancia, y creo poderlos considerar como contemporáneos de las acciones sedimentarias que han tenido lugar.

En donde comienzan á aparecer los pórfidos se nota que todo ha cambiado, pues se ve que los criaderos minerales son más frecuentes, más abundantes y más ricos.

El criadero de cinabrio que está á inmediaciones de Chilapa, en el paraje nombrado Xalpitzaco, lo considero como un criadero metamórfico, contemporáneo de la formacion de las pizarras endurecidas en las cuales arma la veta: en el cuerpo de ella dominan los óxidos de fierro formando realmente la matriz del mineral de mercurio en algunas partes; el cinabrio ha impregnado tambien á las pizarras en que arma la veta; el resto de ella está formado por cuarzo, en cuya masa se notan algunos fragmentos del alto de la veta; este cuarzo contiene puntos ó manchas de cobre de color azul y verde, el cual ha teñido generalmente de un color verde á la roca que forma los respaldos de la veta, como pude observarlo en el bajo, en el pozo de entrada de la mina de cinabrio nombrada San José: en algunos lugares esta veta presenta el aspecto de una brecha metalífera: por los caractéres que presenta este criadero problemático podemos considerar que la existencia de los minerales de fierro, cobre y cinabrio es solidaria del estado metamórfico de las rocas apizarradas levantadas y metamorfoseadas por los pórfidos.

La ley média de mercurio que me han dado los ejemplares en-

sayados ha sido de cerca del 1 por 100; esta ley, relativamente baja, no es de extrañarse, pues los ejemplares ensayados fueron del creston de la veta á pelo de tierra, pues no pude entrar á la mina por estar azolvadas sus labores; pero á pesar de esta ley relativamente baja, considero este criadero de mucha importancia por presentarse bajo la forma de una veta muy poderosa, lo cual me indica que el mineral debe encontrarse en abundancia, aun cuando creo que diseminado, en toda la masa del criadero.

El criadero cinabrífero que se ha explotado en este Estado, es el de Huitzuco, cuyo descubrimiento y explotacion data del año de 1874: el mineral, que es generalmente un sulfuro de antimonio con buena ley de mercurio, se encuentra en bolsas más ó ménos grandes, por cuya causa considero este criadero como perteneciente al grupo de los irregulares y contemporáneos de las acciones sedimentarias que han tenido lugar en dicho paraje.

El criadero de Tepozonalco puede considerarse como un criadero de contacto; se notan las pizarras que forman la guarda de la veta por un lado y las calizas por el otro, levantadas, endurecidas y en estado metamórfico muy pronunciado, por cuya causa me inclino á creer que este criadero poderoso puede á la vez ser metamórfico.

El mineral está diseminado en todo el cuerpo de la veta, y su composicion es un sulfuro múltiplo con la ley de plata: el ensaye me ha dado una ley de un marco por carga: los ejemplares ensayados son del creston de la veta, y se comprenderá la gran importancia de este criadero al recordar que para obtener leyes semejantes en otros Distritos mineros, necesita uno profundizar las labores en algunas minas hasta doscientos metros.

Al N. O. de este Mineral, en la misma cordillera, se encuentra el Mineral de Tepantitlan, cuyas minas han sido muy ricas y abundantes, el cual en la actualidad está abandonado y en manos de buscones, y se necesitarán capitales sumamente fuertes para volverlas á poner en explotacion: las vetas que se encuentran en este Distrito las podemos considerar como subordinadas á los trapps.

Puedo asegurar que esta cordillera que se extiende desde Tepozonalco hasta más adelante de Tepantitlan, y que he designa-

do con el nombre de cordillera de Tlacotepec, es sumamente metalífera, y al encontrarse los minerales localizados en ciertos puntos que podré llamar privilegiados, no será extraño por lo tanto que se presenten en ella algunas zonas estériles, es decir, completamente desprovistas de criaderos minerales.

Para terminar lo relativo al período de los minerales porfíricos, debo hablar del Distrito minero de Tasco, cuyas minas fueron tal vez las primeras que trabajaron los españoles en el país; pero no se crea por esto que sean muy profundas; su profundidad média no pasa de cien metros, y aquellas que se han profundizado más, por los huecos que se encuentran en ellas nos están indicando la ley de la continuacion de los minerales á la profundidad, y se comprende por algunos ensayes que se pueden sacar á veces de estas labores profundas, que los minerales extraidos fueron de leyes altas, pues á veces se sacan ensayes que dan hasta 8 y 10 marcos por carga de trescientas libras.

Las vetas que existen en este Distrito son unas de contacto, como sucede con la de San Martin, cerca de la Cuadrilla de San Juan, y de la cual se han extraido algunos minerales de una ley de 80 marcos por carga. En dicho criadero se observa que el bajo está formado por las calizas y el alto por el pórfido; hay otras que podemos considerar como verdaderos criaderos metamórficos que arman en las calizas y pizarras metamorfoseadas por el contacto de los pórfidos, los cuales creo que son de una época más reciente que los que forman la cordillera de Tlacotepec, y los considero como verdaderos pórfidos metalíferos: las pintas dominantes en estas vetas son las piritas de fierro y de cobre, galenas argentíferas, plata roja y sulfurada y blendas, y á veces alguna plata nativa generalmente escasa y en pequeñas laminitas, tapizando pequeñas geodas de cristales. Estos minerales tienen una ley que varía desde seis onzas hasta tres marcos por carga, pudiéndose calcular que la ley média es de uno y medio marco por carga.

Debo manifestar que la riqueza de las vetas de este Mineral está muy léjos de haberse agotado, como lo han creido algunas personas; las borrascas en muchas de sus minas deben atribuirse tal vez á la falta de conocimientos prácticos por parte de los

encargados de dirigir los trabajos mineros, por cuya causa no se ha seguido ninguna regla para buscar los clavos metalíferos; los trabajos de investigacion han sido muy mal dirigidos, como ha sucedido y sucede en muchas negociaciones mineras que se arruinan por esta causa; pues muchas veces sucede que los encargados de dirigir trabajos mineros ignoran las relaciones que ligan á los minerales con las rocas metamórficas, por cuya causa no es raro que trabajos verticales emprendidos para cortar á la profundidad las partes reconocidas en la superficie como ventajosas, acaben por conducir á verdaderas zonas borrascosas, miéntras que si estos trabajos hubiesen seguido la inclinacion de las rocas estratificadas, tal vez los resultados obtenidos hubieran sido brillantes.

En la region del Distrito minero de Tasco, conocida por la de las «Minas Viejas,» se han encontrado últimamente minerales de manganeso con buenas leyes de plata, pues algunos ensayes han dado una ley hasta de diez marcos por carga con algo de oro: no sé si esta ley de oro disminuirá con la profundidad; este es un problema que sólo la práctica podrá resolver: de estas minas nadie puede dar razon; no hay datos ningunos acerca de ellas; las considero poco profundas, y son dignas en mi concepto de una explotacion formal y bien dirigida.

Para terminar el presente artículo, debo manifestar que en la Tierracaliente es tal vez en donde puedan encontrarse criaderos de oro. En las minas del Puerto y la Esperanza se encuentran piritas de fierro con buenas leyes de oro: tal vez de la destruccion de estos criaderos ú otros análogos hayan resultado los aluviones auríferos que forman placeres á inmediaciones de Coyuca.

Esta parte del Estado de Guerrero no ha sido bien explorada; la cito en este Informe, aun cuando no llegué á ella en la presente exploracion por falta de tiempo, pero la conozco algo de antemano, y por lo mismo creo que una de las causas que se oponen á una exploracion en forma de esta zona, es la temperatura tan elevada que reina en estos lugares durante casi todo el año, por cuya causa no todos se hacen el ánimo de soportar este calor, que es superior al de las costas, y á sufrir á la vez toda clase de privaciones.

Creo conveniente indicar que el oro no se encuentra en todas las tierras que se presentan con un color rojo, como lo cree el vulgo. Los aluviones que pertenecen á todas las épocas geológicas, las areniscas y conglomerados de los terrenos de transicion y de la ulla, los triásicos, jurásicos, cretáceos y terciarios, representan acciones erosivas. ¿Por qué causa no se encuentra oro nativo en ellos?

La cuestion es fácil de resolver, pues evidentemente en esas épocas no existian vetas de cuarzo aurífero en los valles sometidos á acciones erosivas. Las arenas auríferas sólo aparecen en las montañas de formacion reciente, por cuya causa podemos considerar este mineral como del período volcánico.

VII

Importancia de los diversos criaderos, su expectativa probable y condiciones de su explotacion.

Los criaderos de más importancia que he examinado en mi exploracion, son los siguientes:

1º El de la «Piedra Iman» que es una masa de fierro, situada á seis kilómetros de la hacienda de La Providencia, entre el rancho de Xaltianguis y dicha hacienda.

2º Varios depósitos carboníferos que se extienden probablemente desde el pueblo de Huiziltepec hasta el cerro de los Cajones, en la direccion de N. á S., y por el Oriente se encuentra en el llano de Mechitlan y cerca de la ciudad de Tixtla de Guerrero.

3º Un criadero de cinabrio cerca del rancho de Xalpitzaco, perteneciente á la Municipalidad de Quechultenango y al Sur de la ciudad de Chilapa.

4º Un criadero de minerales antimoniosos con ley de plata, cerca de la hacienda de Chichihualco y al N.W. de la ciudad de Chilpancingo.

Además de estos criaderos existen algunos otros de minerales antimoniosos, plomosos y aun platosos, pero de escasa importancia, de los cuales me ocuparé sin embargo en el cuerpo de este artículo, terminando con los de oro, que hasta cierto punto pueden

considerarse como problemáticos en la region que he explorado, pues aun cuando es cierto que en algunos parajes he encontrado indicios de la presencia de este metal, ha sido en tan corta cantidad que no puede ser costeable, puesto que ni aun pagaria los gastos de exploracion.

Al hablar de la importancia de estos criaderos, lo haré en el mismo órden en que los he mencionado.

1º El de la «Piedra Iman» se presenta bajo la forma de una montaña pequeña que tiene dos picos ó eminencias de poca altura, formada en su mayor parte de óxido de fierro, pudiendo asegurar que la única sustancia extraña que se encuentra en esta masa, son unas cuantas vetillas de cuarzo que tienen á veces el color blanco característico de esta sustancia, estando otras veces teñida por los óxidos de fierro, en cuyo caso presentan un color rosado ó violado semejante al de la amatista: como se comprende, este criadero sólo podrá tener importancia el dia en que haya buenas vias de comunicacion; por lo demas, su explotacion no puede ser más sencilla, pues únicamente se tiene que extraer el mineral de la parte que se quiera de dicha montaña y trasportarlo en seguida al lugar en donde se haya establecido la fundicion; combustible lo hay en abundancia en las inmediaciones y aun sobre el mismo criadero; únicamente se necesitan vias de comunicacion, como lo acabo de indicar, para así poder trasportar el fierro á los centros de consumo, de manera que pueda venderse á bajo precio, pues debe tenerse presente que los minerales de esta clase son sumamente abundantes en nuestro país, y que los que hay en otros Estados de la República, de la misma ley que éste de que me ocupo, y de mayores dimensiones y mejor situados por estar más inmediatos á los centros de consumo.

2º Los depósitos carboníferos que existen en el Estado aun no han sido investigados en debida forma; puedo asegurar que tal vez yo he sido el primero en darlos á conocer: he sacado ejemplares de dos distintas localidades: de Zumpango del Rio y de las inmediaciones de la ciudad de Chilpancingo, al Sur; y como mi mision se ha limitado más bien á reconocer, creo por lo mismo que seria indispensable hacer varias investigaciones ántes de emprender una explotacion en forma, pues debe uno cerciorarse de

si este combustible mejora en su clase á la profundidad, pues los ejemplares que he recogido son realmente superficiales, por cuya razon no es de extrañar que esta sustancia esté bastante impura y aun semidescompuesta; es conveniente ver tambien si á la profundidad las capas son de mayor potencia y si se encuentran varias superpuestas: para hacer estas investigaciones es necesario emplear la sonda, para poder llegar al ménos á una profundidad de 50 metros con poco gasto, pues es bien sabido que en la extremidad inferior del trépano se van recogiendo ejemplares de las capas perforadas, con ayuda de los cuales se llega á poder determinar la potencia, inclinacion y sustancias que constituyen la formacion del terreno atravesado.

Para no tener que emplear la sonda á mayor profundidad que la indicada ya, estos sondeos deben practicarse en los valles ó partes más bajas, pudiendo indicar como más á propósito para esta exploracion los siguientes: 1º, el llano de Huiziltepec: 2º, terrenos en las inmediaciones de Zumpango: 3º, terrenos en las inmediaciones de Chilpancingo, al Norte y al Sur de dicha ciudad: 4º, llano de Petaquillas: 5º, terrenos de la hacienda de Mazatlan: 6º, terrenos de la hacienda de Palo Blanco: 7º, terrenos de la hacienda de la Imágen: 8º, terrenos de la hacienda de Acahuizotla: 9º, al Oriente del pueblo de Petaquillas, en el llano, cerca de los lugares en donde están situados los pueblos de Mechitlan y Quechultenango; y 10º, en el llano de Tixtla, en la parte que queda al Sur de dicha poblacion.

Esta zona carbonífera la considero de importancia por ser bastante extensa; pero sí creo de todo punto indispensable el hacer las investigaciones que indico, para poder emprender en seguida, con probabilidades de buen éxito, una explotacion en toda forma, en aquella localidad en donde se encuentre este combustible más puro y en que las capas sean más numerosas y de mayor potencia.

La explotacion tendrá que ser costosa por la clase de panino que se tiene que atravesar, el cual además de presentar poca cohesion está impregnado de agua, como sucede con una capa arenosa que se tendrá que atravesar, por cuya causa debe tenerse una vigilancia especial en las obras que se hagan para impedir que se formen huecos; pues los derrumbes interiores que tendrian lugar in-

dudablemente, se comunicarian hasta el exterior, haciendo que la fortificacion cediese, ocasionando desgracias, y tal vez el abandono de las obras emprendidas: se necesitarán aparatos convenientes para el desagüe, como son trenes de bombas puestas en movimiento por máquinas de vapor, para de esta manera poder mantener las labores en seco; tomando además todas las precauciones que requiere una explotacion de este género, con el objeto de evitar que los gases hidrógeno-carbonados que generalmente se desprenden de las capas, entren en combustion al contacto de las luces del alumbrado, lo que daria por resultado explosiones y aun el incendio de la sustancia que se explota; por último, debe tenerse presente que la tonelada de carbon de buena clase, cuesta en el puerto de Acapulco $ 20, por cuyo motivo es indispensable establecer una explotacion económica, y contar además con buenas vias de comunicacion para así poder trasportar la materia objeto de esta explotacion á largas distancias con el menor gravámen posible.

3º El criadero de cinabrio que existe cerca de Chilapa, es una veta bien caracterizada, lo cual es una rareza, pues generalmente este mineral se encuentra en criaderos irregulares ó mantos; en el caso presente, la sustancia metálica ó pinta está distribuida en todo el cuerpo de la veta, lo cual es preferible, pues aun cuando es cierto que la ley média no es muy alta, hay en compensacion abundancia de metal, y en los negocios de minería lo que constituye la riqueza de ellos y su utilidad, no son las leyes altas de algunos cuantos ejemplares escogidos, sino la abundancia de carga, aun cuando sea de una ley relativamente baja; pues cuando la pinta no está diseminada en el cuerpo de la veta, se puede asegurar que por cada carga de mineral pepenado y listo para entrar en beneficio, se tienen que desechar cinco ó seis de materia estéril, cuyos gastos de tumbe, extraccion, etc., etc., han tenido que erogarse lo mismo que si esta parte estéril hubiese contenido sustancias explotables.

Para dar una idea acerca de la importancia de este criadero, creo conveniente copiar textualmente la descripcion que de él hace el Señor Gamboa en sus Comentarios á las Ordenanzas de Minas, pues he tenido la fortuna que este criadero que he encon-

trado sea precisamente el mismo de que se ocupa Gamboa en sus comentarios, el cual en el Cap. II, pág. 20 de su obra, dice lo siguiente:

«El primero averse descubierto minas de azogue en jurisdiccion de Chilapa (está 60 leguas al Sur, quarto al Suduest de México) las que passó á reconocer Don Gonzalo Juarez de San Martin por Agosto de el año de 1.676, con un maestro Herrero y otro de Ladrillo, y dispuestas casa, choza, herreria y hornos, á 14 de Octubre hizo volar algunos crestones de la veta con pólvora, dando principio á las labores de San Mathéo, San Joseph y Santa Catalina, todas contiguas, comenzó tres socavones mas baxos, pero le obligó la dureza á bajar media legua, donde hallando buena pinta se formó la labor Concepcion, se halló igualmente buen metal, que armaba sobre quijo blanco, y á su lavor la llamaron los Reyes, la que aviéndose aumentado, se dividió en quatro, nombradas las tres, San Joseph, Guadalupe y Nuestra Señora de los Remedios, que se profundaron quince estados, se dió un socabón en forma de crucero, y á quarenta y siete varas se halló veta de gran cuerpo; y por no arder las velas, se hizo en quarenta dias una lumbrera para dar respiracion, poniendo quatro labores con una vara de veta, y de metal muy assentado. A 14 de Marzo de 1.677, reconocida la mina de los Reyes por tres mineros prácticos, hallaron su profundidad de veinte y tres varas, su plan de fronton á fronton de quince, la veta en partes de quatro varas, y media, y en lo mas angosto, de dos; el crucero de quarenta y tres varas, y el metal sacado como cuatro mil quintales: reconocieron igualmente dichos mineros á 24 de Abril de dicho año de 77 la lumbrera, y la veta bien labrada con una vara de ancho en muchas labores y de metal mas rico que el de los Reyes: que de el crucero se habian sacado quinientos quintales de metal; y lo mismo declaró el Guarda Mina, que avia dispuesto, y dirigido los Reyes, y el crucero: añadiendo que seria conveniente continuar el socabón otras quarenta varas mas: De estos metales se hicieron varios ensayes, por mayor y menor. El de San Mathéo, por menor rindió á doce onzas de Azogue el quintal, el de la Concepcion, á veinte y cinco: el de el crucero, veinte y seis. En los ensayes por mayor, una vez tres onzas, otra una,

otra dos; y la última, ménos de media onza por quintal. Se llevaron á México diez cargas, las ocho del Crucero, y dos de San Mathéo; y hecho ensaye por mayor, rindieron diez y seis quintales de metal, siete libras y media de azogue.»

Este criadero se encuentra en buenas condiciones para su explotacion, y por su posicion se presta, en caso de que su laborío sea invadido por las aguas, á que pueda labrarse un socavon que sirva para la extraccion y desagüe.

4º El criadero de minerales antimoniosos que he indicado que se encuentra ubicado cerca de la hacienda de Chichihualco, y que propiamente podemos llamar Mineral de Tepozonalco, por la abundancia de vetas que en él se encuentran es de importancia por su abundancia, aun cuando el mineral por su composicion es sumamente rebelde al beneficio, por ser un sulfuro múltiple con ley de plata, en el cual abunda el antimonio; tal vez pueda cambiar algo en su composicion á la profundidad, disminuyendo la proporcion de antimonio, lo cual no creo difícil, pues en algunas partes de la veta he notado que al cambiar algo la matriz cambia tambien la pinta mineral y resulta más limpia, lo que me hace creer que el dia en que se emprenda un trabajo formal en este mineral, á medida que las labores vayan adquiriendo mayor profundidad, el antimonio irá disminuyendo, en cuyo caso la expectativa probable de este criadero no puede ser más brillante por haber abundancia de carga.

A Tepozonalco lo he considerado como un verdadero centro minero, pues no sólo se encuentra una veta en dicho lugar; las hay en abundancia en un radio como de 12 kilómetros, tomando como centro el cerro conocido propiamente con ese nombre.

Como en dicho Mineral las montañas son elevadas y separadas por cañadas angostas y profundas, pues se encuentra en la Sierra, tiene la ventaja de prestarse por su posicion topográfica á la apertura de socavones generales de desagüe, lo cual es de una importancia incalculable en el presente caso, pues probablemente dichas vetas han de ser muy abundantes en agua por encontrarse en algunos de estos cerros verdaderas cascadas como á las dos terceras partes de su altura, corriendo en muchos casos el líquido que las forma por encima de los crestones de las

vetas, por cuya causa las infiltraciones por los relices ó abras, tienen que ser de consideracion.

Como los centros mineros de que me voy á ocupar en seguida, carecen realmente de importancia, he creido, por lo tanto, conveniente colocarlos en un sólo grupo, que propiamente podré llamar el de *Los minerales de poca importancia.*

Al S. O. de Chilpancingo tenemos los centros mineros de Tepoztepec y de Teponazapa, que por encontrarse inmediatos el uno al otro, presentan por lo mismo mucha semejanza en la composicion de sus criaderos; por lo tanto, la descripcion que haga del de Tepoztepec, puede aplicarse en todas sus partes al de Teponazapa.

En las calizas que forman esta parte de la Sierra se encuentran criaderos sumamente irregulares de óxidos de fierro mezclados con óxidos y algunos sulfuros de plomo, los cuales realmente no son de importancia por ser de muy poca potencia y sumamente irregulares; hay abiertos en ellos un sinnúmero de pozos, que propiamente podrémos llamar catas, pues su profundidad média no pasa de dos á tres metros, llegando en raras ocasiones á la de cinco; en todos ellos se encuentran cintas angostas, cuya composicion es la que he indicado ya.

En el exterior se ven restos de hornitos de fundicion, que por la magnitud de los bancos que aun se encuentran en algunos de ellos, se conoce que fueron hechos únicamente con el objeto de hacer ensayes de 100 á 300 libras, como los hacian los antiguos mineros españoles ántes de emprender explotaciones en forma, para poderse cerciorar de si eran ó no costeables: por la capacidad probable de estos hornitos, por los montones tan pequeños que se encuentran de escorias mezcladas con fierro de fundicion, se comprende perfectamente que jamas se emprendió en este lugar un trabajo en forma; únicamente se hicieron ensayos, los cuales, habiendo dado un resultado negativo, hizo que se abandonase dicho local por su poca importancia, pues de lo contrario se habrian seguido los trabajos de explotacion en toda forma, como sucedió con el distrito minero de Tasco, el cual ha sido de mucha importancia, siendo, si no el primero, tal vez uno de los primeros trabajado por los españoles. Para concluir lo relativo

á este Mineral de que me ocupo, debo manifestar que á cosa de dos kilómetros al Oeste del paraje en donde se encuentran los restos de hornitos, aparece un criadero irregular, un verdadero rebosadero de fierro; realmente la eminencia que lo forma está recubierta de fragmentos más ó ménos grandes de este mineral.

En el cerro de Chachultepec, al Norte de Zumpango del Rio, aparecen varios mantos de fierro carbonatado litoide, cuyos espesores varían desde cuatro hasta seis centímetros, los cuales considero como subordinados á la formacion carbonífera: los cito porque algunas personas han creido que podria presentarse oro en esta formacion; tal vez haya dado orígen á esta creencia el asegurar los indígenas de las inmediaciones que en el centro de dicho cerro, cuya etimología se me ha asegurado es la de *Cerro del Tesoro*, se encuentra una gran cantidad de ese metal; examinándolo detenidamente se ve que es hecho á mano: tal vez haya servido en una época remota de sepulcro, lo cual es probable, pues en algunas excavaciones se han hallado cráneos y osamentas humanas, así como algunos fragmentos de serpentina labrada que representan hachas, cuentas, etc., etc., como puede verse en la coleccion de rocas que presento.

Los demas centros de que voy á ocuparme se encuentran propiamente en una línea que se dirige casi al Norte, partiendo de la hacienda de la Providencia.

Cerca de la cuadrilla de Santa Rosa, como á cuatro kilómetros al S. O., se encuentra una masa de cuarzo aislada, en la cual aparece una cinta mineral que tendrá 25 centímetros de ancho por 2½ metros de largo, siendo su composicion el sulfuro de fierro mezclado con el de cobre; esta masa aparece como empotrada en el suelo, pues por su posicion se comprende que no se ha desprendido de ninguna montaña inmediata, pues aparece sobre una eminencia: un criadero en las condiciones en que se encuentra éste, carece de importancia. Como á un kilómetro al N. E. de la misma cuadrilla hay una veta de metal antimonioso que carece de importancia industrial.

En el Mineral de San Cristóbal, situado al S. O. de la cuadrilla de Ceutla, aparecen varias vetas angostas, cuya pinta es sulfuro de fierro, encontrándose únicamente una con pinta de sulfuro de

plata, de la cual se ha extraido uno que otro ejemplar bonito: un Mineral bajo estas condiciones carece de importancia práctica; además de esto, se encuentra en pésimas condiciones para su explotacion, pues las vetas están cruzadas por varios arroyuelos, por cuya causa el agua se infiltra por las abras ó relices que tienen: no es posible tampoco el hacer socavones para desagüe, por encontrarse dichas vetas en cerros de muy poca elevacion.

En el cerro nombrado de «Minas Viejas,» situado entre la cuadrilla de Santa Rita y la del Carrizal, hay algunos minerales plomosos con mezcla de antimonio, de poca importancia; por lo demas, creo inútil repetir en este lugar lo que he dicho ya acerca del Mineral de Tepoztepec, por encontrarse en circunstancias muy semejantes.

En las cuadrillas del Carrizal y en la del Pueblito hay algunos mantos de metales terrosos, de los cuales se extrae de cuando en cuando algun ejemplar de sulfuro de plomo; se comprende que el metal va en boleo ú ojos que son muy chicos, por cuya causa este criadero carece de importancia.

Cerca del rancho del Naranjo, situado entre la cuadrilla del Pueblito y la del Rincon de la Alcaparrosa, se encuentra una masa de fierro de cortas dimensiones, y aun cuando es cierto que el mineral es rico, mal haria en trabajarse un criadero situado en el corazon de la Sierra, cuando el de la Piedra Iman, que es más rico y abundante y que se encuentra en mejores condiciones por estar más inmediato á la costa, no costea actualmente su explotacion por falta de consumo y de vias de comunicacion.

Para concluir me ocuparé de los de oro, comprendiendo que, al ocuparme de esta materia, tendré que luchar en contra de la preocupacion arraigada que existe, de que el Estado de Guerrero es sumamente rico y abundante en oro, lo cual pongo en duda; creo, sí, que esta creencia deba su orígen tal vez á la grande abundancia en que se encuentra la mica, de un color amarillo de oro, en las inmediaciones de infinidad de arroyos y aun en las faldas de algunas montañas.

Al N. O. de Acapulco hay una cañada que se puede decir que atraviesa por algunas calles de la ciudad, y viene en seguida á morir en la orilla del mar, pues en tiempo de aguas, las arenas

que provienen del Cerrito de Alvarez, que es en donde nace, son arrastradas hasta la bahía: en dicha cañada aparece la roca primitiva que es el granito de grano grueso, en algunos parajes completamente descubierta, es decir, desnuda; en otros se encuentran algunas arenas mezcladas con arcillas ferruginosas, que se han depositado entre las abras y hondonadas que presenta esta roca; el cuarzo no aparece en ninguna parte: se me ha asegurado por infinidad de personas que, lavando las arenas y arcillas, se han encontrado fragmentos de oro nativo más ó ménos grandes; otras veces en la tendadura no se encuentra nada: en los ejemplares que he recogido personalmente y de los cuales he hecho el ensaye de la roca, de las arenas y de las arcillas con especial cuidado, no he encontrado oro, lo cual á la verdad no me ha sorprendido, pues nunca he creido que en dicho lugar pudiera encontrarse un criadero y mucho ménos un placer; pues en un terreno formado únicamente por el granito completamente descarnado, sin indicios de veta, no es creible que se pudiese encontrar nada, lo mismo que en los *detritus* formados por dicha roca: creo que la presencia del oro en dicho lugar puede atribuirse á la causa siguiente. Tal vez en la época en que la fiebre del oro habia llegado á su máximo en California, algun buscador del precioso metal, de vuelta de su expedicion, desembarcó en las playas de Acapulco con un morral al hombro lleno de pepitas ó pajillas de oro, y agobiado por el calor, emprenderia algun paseo por ese lugar en donde existen varias casitas; tal vez al andar iba regando el polvo aurífero ó tal vez dejaria olvidado su morral en cualquiera parte de dicha cañada, por estar bajo la influencia de los vapores alcohólicos, mezclándose en seguida el contenido de él con la poca tierra que allí se encontraba, la cual en la estacion de aguas fué arrastrada á las partes más bajas con todo y metal, el cual á causa de su peso específico se depositaria en los lugares en que por su posicion especial tenia que ser la corriente más tranquila: lo que me confirma en esta idea es que la presencia del oro en dicha cañada es cada vez más escasa; puede asegurarse que ya casi ha desaparecido por completo.

De la cuadrilla del Rincon de la Alcaparrosa hasta un poco más adelante, al Norte de la de San Vicente, realmente hasta el

lugar en que comienza la bajada, todo el terreno está recubierto por arcillas de color rojo más ó ménos intenso, debido á la abundancia de óxidos de fierro que se encuentran en toda esta zona; en la bajada del cerro del Campanario aparecen estas arcillas cruzadas por una infinidad de cintas de cuarzo, todas ellas muy angostas, de las cuales he recogido algunos ejemplares que ensayados por oro, no me han dado ley alguna: casi al terminar dicha cuesta comienza á aparecer la mica-pizarra, en la cual pude observar que arma una vetita angosta de mineral antimonioso, encontrándose más adelante otra que á lo sumo tendrá diez centímetros de potencia, y que se dirige casi al Norte en direccion del cerro del Campanario, siendo su matriz el cuarzo, de la cual saqué un ejemplar con mica amarilla color de oro, la cual al pronto puede tomarse por oro nativo por personas poco prácticas en la materia.

No ignoro que el fierro es uno de los acompañantes del oro; pero sí creo que cuando el primer metal se encuentra en exceso, ha eliminado completamente al segundo: he tenido ocasion de comprobar lo que acabo de manifestar, en esta misma Sierra, en el Mineral conocido con el nombre de San Nicolás del Oro, ubicado cerca del lugar en donde comienza la llamada Tierracaliente.

Hace algun tiempo fuí mandado por la Junta directiva de la Compañía aviadora que trabajaba algunas minas en dicho Mineral, con el objeto de rendir un informe detallado de la expectativa probable que presentaba dicha negociacion: permanecí en dicho lugar tres meses, en donde pude hacer investigaciones de todo género, y me formé la siguiente opinion de dichos criaderos auríferos: que las vetas son sumamente inconstantes en su composicion y de poca potencia, y que el oro en el estado nativo se presenta en clavos de muy cortas dimensiones, y que tan pronto como se presenta el fierro, bien sea en el estado de sulfuro ó de óxido ó de ambos mezclados, desaparece el oro, el cual vuelve á presentarse cuando el fierro desaparece ó se encuentra en muy poca cantidad, de donde deduje que la presencia de este último metal, aun cuando la veta seguia formal con sus relices bien marcados, elimina al metal precioso de tal manera, que se puede asegurar que queda destruido del todo.

VIII

Elementos con que se cuenta para la explotacion de los criaderos; medios de adquirir los que falten, ventajas é inconvenientes que se presentan para su desarrollo.

Actualmente en el Estado de Guerrero, el dia en que se emprenda una explotacion en forma de sus criaderos metalíferos, se necesita traer todo de afuera y hacerlo todo, pues con excepcion de los Minerales de Tasco y de Tepantitlan, en los cuales los trabajos mineros llegaron á adquirir en una época un gran desarrollo, sobre todo en el primero, en los demas Distritos mineros del Estado son desconocidos esta clase de trabajos, pues lo que hicieron los españoles en una época ya lejana, fueron sólo ensayos en corta escala. De manera que la primera Compañía que se establezca necesita comenzar por traer barreteros de los Distritos mineros de Tasco y de Tepantitlan, debiendo calcular que los jornales tiene que aumentarlos en un treinta ó en un cincuenta por ciento de lo que son en los dos Distritos ya mencionados.

Lo que digo con respecto á barreteros, debe de hacerse extensivo á todo aquel que trabaje, ya sea directa ó indirectamente, en la explotacion. Al necesitarse máquinas ó aparatos para la extraccion y desagüe, se tropezará con grandes inconvenientes: pues si por ejemplo se quiere construir un malacate, debe comenzarse por hacer el dibujo de él, y vigilar cuando se labre la madera el que cada pieza tenga las dimensiones debidas, pues estos aparatos son realmente desconocidos aquí: ya armado el malacate, el encargado de la negociacion tiene que convertirse en arreador, miéntras que adiestra en estos trabajos á peones y caballos, ó se ve obligado á traer arreadores de otro Mineral, pagándoles salarios exorbitantes: si son máquinas de vapor las que tengan que instalarse, podrán traerse por ahora sólo aquellas que puedan subdividirse en piezas, de tal manera, que la más pesada no exceda de trescientas libras, pues realmente en el Estado no hay vias de comunicacion: en el llamado camino real, las

mulas llevan generalmente doscientas cincuenta libras de peso; se necesita que sean muy buenas para que puedan trasportar una carga de peso mayor: el camino sigue en muchos parajes la línea recta; poco importa que se tenga que subir á la cumbre de una montaña, si al fin por el otro lado se tiene que bajar; además, es en algunos lugares tan encajonado ó estrecho, que si la desgracia hace que el viajero se encuentre con otro que venga en direccion opuesta, no sabe cómo pasar, pues hay veces en que á un lado del camino se le presenta un voladero y por el otro un acantilado, en cuyo caso necesita apearse de su cabalgadura, hacerla retroceder como mejor le sea posible, para que así pueda pasar el otro; en otros casos acontece, como sucede en la estacion de aguas, que se encuentra casi sumergido en los baches que se forman en las arcillas agrisadas que predominan en algunas localidades: si esto pasa en el llamado camino real, es fácil comprender lo que sucederá en la Sierra, en donde no existen caminos. Esta ligera reseña que hago del estado en que se encuentran los caminos, bastará para comprender lo difícil y costoso que seria en las actuales circunstancias el trasporte de máquinas voluminosas y pesadas.

Hierro, acero, jarcia, en fin, todo lo indispensable para la explotacion, tiene que traerse de afuera: las existencias de estos artículos en las principales ciudades, además de guardar precios elevados, están limitados actualmente á la demanda que hay, la cual es en muy corta escala.

En resúmen, para adquirir los elementos necesarios para la explotacion, se necesita traer al principio gente apta para esta clase de trabajos, para que éstos vayan enseñando poco á poco á los hijos del Estado, los cuales en su mayor parte desean trabajo que les pueda proporcionar la subsistencia honradamente. Para poder traer los artículos necesarios á toda explotacion, es indispensable la apertura de vias de comunicacion, aun cuando éstas del pronto sean sólo semitransitables, para que así no sea tan costosa la traslacion: en las circunstancias actuales el flete de una carga de trescientas libras importa desde la capital de la República á la del Estado $ 12, y desde ésta, al puerto de Acapulco, vale $ 9; los fleteros son escasos; las dificultades aumenta-

rán prodigiosamente el dia en que se tenga que trasportar carga á la Sierra; por lo mismo creo necesario é indispensable el que cada compañía explotadora tenga en propiedad un hatajo de mulas buenas: debo manifestar que en lo general las pasturas pueden obtenerse á un precio módico; sin embargo, hay una variacion extraordinaria en el costo, de una localidad á otra; pero este mal puede remediarse en parte, comprándolas en la época de las cosechas.

Por lo expuesto se ve que, al principio, los inconvenientes que se presentarán para la explotacion serán fuertes, pudiéndose vencer con el dinero los de una clase, como es la falta de operarios aptos para estos trabajos: el otro que hay, y que consiste en la falta de vias de comunicacion, podrá allanarse tomando el Gobierno del Estado empeño en la apertura de vias de comunicacion, que podré llamar vecinales, y el Ministerio de Fomento en la construccion de una via carretera ó férrea de la ciudad de México al puerto de Acapulco, siendo por cuenta de las compañías explotadoras la apertura de aquellas que conduzcan desde la poblacion ó cuadrilla más inmediata al centro de explotacion.

IX

Tratamientos metalúrgicos más adecuados; medios de establecerlos; probabilidades de adquirir los ingredientes necesarios.

En el distrito minero de Tasco se emplea para el beneficio de sus minerales el sistema de patio y el de fundicion, pudiendo asegurar que el segundo es el que está más desarrollado: en Tepantitlan se hace uso del primero: como los que acabo de citar son distritos mineros antiguos, la misma necesidad ha hecho que se tengan ya todos los elementos indispensables para el beneficio.

En los demas distritos tiene uno que proporcionarse todo lo necesario. En los de Tepezonalco y de Xalpetzaco que merecen especial atencion, pues en mi concepto son, en la parte que he explorado, los únicos que podrán costear por ahora, se encuentran corrientes de agua que podrán aprovecharse como fuerza motriz, teniendo que hacer presas y atarjeas de mampostería de

más ó ménos extension para proporcionarse por este medio caidas de agua de alguna importancia: en cuanto á maderas de construccion, las hay buenas y de distintas clases; materiales buenos pueden conseguirse fácilmente y á precios moderados; piedra refractaria para la construccion de hornos, se encuentra tambien, aun cuando en algunos casos saldrá más costosa que los otros materiales, por tenerse que traer de distancias mayores.

Por la composicion mixta de los minerales que he reconocido, sobre todo en el distrito minero de Tepozonalco, que como Mineral de plata lo considero de mucha importancia, por la potencia de sus vetas y por la distribucion de la materia metalífera en ella, el único sistema adaptable para el beneficio de esta clase de mineral que es realmente un sulfuro múltiple con ley de plata, es el de fundicion, para el cual se encuentra combustible en abundancia, grasas y fierros de fundicion: para comenzar la primera campaña, puede uno proporcionarse los del Mineral de Tepoztepec y de las inmediaciones del rancho de Jalapa, en cuyos lugares se conoce que los españoles hicieron varios ensayos en escala más ó ménos grande, pudiendo asegurar que únicamente se tendrán que pagar los gastos de trasporte de estas dos sustancias: los graseros que forman son bastante chicos y existen en los puntos ya mencionados, y al no tener dueño son denunciables, lo cual seria conveniente hacer, llegado el caso, para así evitar cualquiera dificultad que pudiera presentarse para su extraccion, por los dueños de los terrenos donde se hallan.

La greta ó litargirio tendrá que traerse del punto más inmediato, es decir, de Tasco, lo cual será costoso, pues á su valor primitivo que es de $16 á 20 carga de trescientas libras, tiene que agregarse el importe del flete que puede calcularse de $6 á 7; por esta causa tienen que buscarse metales plomosos, para que la fundicion pueda verificarse en buenas condiciones: en distintas localidades del Estado se encuentran sulfuros de plomo ó galenas, que calcinados previamente, pueden emplearse con ventaja en la revoltura; además, hay metales plomosos que contienen carbonatos y óxidos de plomo, que como es bien sabido son los mejores fundentes, pues además de facilitar la fusion del mineral de plata por el exceso de plomo que contienen, producen en la copelacion

ó desgrete bastante óxido de plomo ó greta, condicion que debe tratar de llenar siempre todo fundidor inteligente, pues de esta manera, en lugar de perder greta que es un fundente costoso, sobre todo en estos lugares en donde se tiene que traer de léjos, se obtiene por el contrario una gran produccion de esta sustancia, que es á lo que los prácticos en su tecnicismo especial llaman *ganar greta.*

Armando los minerales en una matriz cuarzosa, se necesita emplear en la revoltura óxidos de fierro para obtener por este medio un silicato de fierro muy fusible, lo que hace que la grasa ó escoria corra bien, evitando de esta manera pegaduras en los hornos que ocasionan paralizaciones, que traen como consecuencia forzosa, pérdidas de plata y de tiempo.

Con respecto al precio que sacarán las ayudas en la hacienda de beneficio, no puedo precisarlo por ahora, porque depende de las distancias de que se traigan, de su ley de plomo y de su ley de plata, pudiendo asegurar que no saldrán muy costosas. Para la separacion de la plata del plomo producido en la fundicion, operacion conocida vulgarmente con el nombre de *desgrete*, pueden conseguirse fácilmente los ingredientes necesarios para formar la copela y el combustible.

Para la práctica de este beneficio es necesario traer operarios inteligentes de Tasco ó de cualquier otro Mineral, pagando en un principio salarios elevados, teniendo tambien presente que se tiene que luchar con todos los inconvenientes que presenta una fundicion recien establecida; siendo uno de ellos, tal vez el principal, el que con hornos nuevos los bancos absorben mucho plomo, cuya cantidad depende de la mayor ó menor capacidad del horno; el fundidor sabe por experiencia que hasta que el banco está perfectamente impregnado de plomo, no puede sacar mucho en las sangrías.

Aun cuando hasta ahora no he encontrado minerales propios para el beneficio por patio, como no dudo que con el tiempo llegarán á encontrarse, me parece conveniente indicar que los principales ingredientes para este beneficio son fáciles de conseguir; la sal marina es abundante en las salinas de Costa Chica, es barata, pues la carga de trescientas libras vale generalmente allí

de $1 50 cs. á $2: los fletes hacen que su valor suba extraordinariamente; pero este inconveniente quedará subsanado con la apertura de buenas vias de comunicacion: el mercurio lo producirán en abundancia las minas de cinabrio que existen en el Estado, el dia en que se exploten en grande escala: este artículo saldrá barato, porque los fletes serán relativamente bajos, con los que se tendrian que pagar, si se trajese de la capital de la República ó del puerto de Acapulco. El sulfato de cobre tendria que traerse de la ciudad de México.

Respecto de operarios aptos para este beneficio, como únicamente demanda operaciones mecánicas que puede aprender fácilmente un operario inteligente en la primera leccion que se le dé, por lo mismo no habrá dificultad para conseguirlos: se necesitará hacer venir á un azoguero inteligente y estudioso, por tener que trabajar con minerales nuevos, los cuales demandan en un principio mucha vigilancia en el aspecto de la tendadura, pues como es bien sabido, la clase de este beneficio está realmente en los cambios que diariamente sufre. Teniendo un azoguero que sea inteligente, este mismo individuo puede enseñar á los operarios las precauciones que se deben de tomar para evitar que se vuele la capellina, cuando llega el caso de separar la plata del mercurio, cuya operacion llaman los prácticos *desazogar la plata.*

Para el beneficio de los minerales de cinabrio hay una infinidad de aparatos más ó ménos complicados, todos los cuales son igualmente recomendados por sus inventores ó reformadores: seria muy largo si tratase de describir cada uno de ellos en particular, y comparar en seguida las ventajas ó desventajas que tal ó cual aparato tiene sobre otro ú otros; seria esto realmente hacer la historia del beneficio de los minerales de cinabrio: creo que debo limitarme en el presente Informe á indicar lo siguiente: que el horno en que se verifique la descomposicion del mineral, dejando al mercurio libre en el estado de vapor, tenga la capacidad conveniente segun sean las cámaras ó aparatos de condensacion que se empleen, y evitar sobre todo que haya escapes, es decir, que el vapor de mercurio se desprenda en la atmósfera: respecto á las cámaras de condensacion, mi opinion es que más bien sean de dimensiones pequeñas, multiplicando su número lo

más que sea posible, pues creo que la condensacion es así más rápida y perfecta; porque empleando cámaras de condensacion muy vastas y en poco número, la condensacion tiene que ser más imperfecta, y llega el momento en que las paredes de estas cámaras se calientan demasiado, y como su número está limitado, resulta que hay por lo mismo un exceso de vapores mercuriales en la última cámara, cuya condensacion es sólo parcial: de todas maneras, la última cámara debe comunicar con una chimenea de la mayor elevacion posible, para así poder recoger las últimas partículas de mercurio. En este beneficio, el encargado de él debe vigilar continuamente á sus operarios, y tan pronto como note que alguno de ellos ha sido atacado por los vapores mercuriales, debe medicinarlo en el acto, y hacerlo, si posible es, que trabaje algunos dias en el campo, al aire libre, para así neutralizar los efectos del mercurio: obrando de esta manera no le faltará gente para el trabajo: estas precauciones las considero indispensables, sobre todo en un Mineral nuevo en que los operarios aun no estén familiarizados con esta clase de trabajos.

Por lo expuesto se ve que el tratamiento metalúrgico más adecuado á la clase de minerales que he tenido ocasion de examinar en mi exploracion, es el de fundicion para los minerales de plata; es cierto que el de patio demanda operarios ménos inteligentes que el de fuego; pero si estos minerales, por la razon que acabo de manifestar, se quisieran beneficiar por el sistema de patio, tendrian que someterse en este caso á una calcinacion ó reverberacion previa, lo cual demandaria la construccion de hornos especiales, y la cooperacion de operarios muy prácticos é inteligentes en esta clase de operaciones; si no se hiciese esta preparacion previa y que dichos minerales se beneficiasen en crudo, el beneficiador perderia un tanto por ciento muy fuerte de la ley de plata, que en algunos casos podria llegar hasta un cincuenta de la ley marcada por el ensaye docimástico, y habria tal vez casos en que sólo sacaria una pequeña cantidad de plata: por estas razones debe preferirse para esta clase de minerales el sistema de fundicion, pues el único inconveniente que realmente presentaria en el principio seria la falta de fundidores inteligentes; pero como se comprende bien, este inconveniente seria fácil de subsanar.

X

Ventajas é inconvenientes que presenta la exportacion de los productos explotados ó explotables, sean ó no metálicos.

La exportacion de productos, sean ó no metálicos, en la actualidad no presenta ventaja alguna, porque si estos productos se encuentran á una distancia regular de la costa, la falta de vias de comunicacion hace que los fletes sean sumamente elevados, por cuya razon únicamente los minerales de leyes altas podrán soportar este gasto; y como los Distritos mineros de más importancia, como son los de Tasco y Tepantitlan, se encuentran á grandes distancias de la costa, preferirán las Compañías explotadoras mandar sus minerales ricos por la via de México para ser embarcados en Veracruz, porque el flete á este puerto es menor que el que tendrian que pagar hasta el de Acapulco.

Los artículos siguientes, como son el tabaco, el algodon, el azúcar, el café, el añil, los limones frescos y toda clase de frutas, los cueros de res, las maderas de tinte y finas y las piedras minerales, tendrian bastante salida si pudiesen ser trasportados con un costo relativamente corto, al lugar en donde deban de ser embarcados, es decir, que con buenas vias de comunicacion aumentaria la exportacion, cuyo monto en la actualidad es muy corto y limitado únicamente á muy pocos artículos, como puede verse por la tabla siguiente que comprende la exportacion en un año, desde el 1º de Julio de 1880 á 30 de Junio de 1881.

Artículos exportados por el Puerto de Acapulco.

CANTIDAD.	VALOR.
28,112 cueros de res	$84,336
10,786 cajas de limones frescos (cada una con mil)	43,144
190 sacos de piedra mineral	3,000
8,000 quintales de algodon despepitado (á los puertos de Manzanillo, San Blas y Mazatlan)	144,000
Total	$274,480

Como se ve, la exportacion no puede ser más limitada, pues únicamente son exportados los productos que se encuentran cerca de la costa. La piedra mineral que consta en la lista anterior, proviene del Mineral de Guadalupe, que es el más inmediato al puerto.

Con una buena via de comunicacion, hasta las azúcares de la Cañada de Cuernavaca tendrian buena salida, se aumentarian indudablemente las siembras de caña en esas haciendas, pudiendo realizar sus zafras á muy buenos precios en el mercado de San Francisco, pues el azúcar del Estado de Morelos es considerada en los Estados-Unidos y Europa, como la mejor que se encuentra en dichos mercados.

En resúmen, puedo manifestar que en las circunstancias actuales sólo es posible la exportacion de productos, sean ó no metálicos, que se encuentran cerca de la costa.

XI

Medios de trasporte á los lugares más adecuados para el establecimiento de oficinas metalúrgicas, ó para la exportacion: costo que sacará el beneficio de los frutos, calculado por carga ó por monton; circunstancias que pudieran hacer ventajosa la explotacion de los criaderos.

Como en lo general los puntos ó localidades que hasta ahora he encontrado que sean dignos de una atencion séria, por las circunstancias especiales de sus criaderos, presentan la grandísima ventaja de tener en sus inmediaciones localidades con las condiciones apetecibles para la instalacion de oficinas metalúrgicas, cuya circunstancia hará que la conduccion de minerales á dichos puntos sea fácil y de poco costo por su proximidad á los puntos de extraccion; pero si se trata de la conduccion de minerales para su exportacion, ó de la traslacion de ingredientes para su beneficio, puedo asegurar que en estos casos todo está en contra del industrial, como paso á demostrarlo, debiendo hacer notar que la falta de vias de comunicacion en el Estado de Guerrero sea tal

vez la causa principal porque hasta ahora no se haya establecido ninguua industria allí.

En el Estado de Guerrero la via llamada «camino real» de México á Acapulco, no merece tal nombre; cuando más puede considerarse como un mal camino de herradura, el cual en la estacion de aguas es casi intransitable en algunos lugares.

Partiendo de la línea divisoria, entre el Estado de Morelos y el de Guerrero, el primer obstáculo que se le presenta al viajero es el rio de Amacusac, el cual en la estacion de lluvias no se puede pasar á vado, por la abundancia de agua que lleva. En general todos los rios en el Estado, á causa de su configuracion topográfica, tienen corrientes muy impetuosas.

Estando el rio crecido, para pasarlo tiene el viajero que ocurrir al dueño ó encargado del llamado chalan, el cual es una embarcacion de figura rectangular, de fondo plano, y de mayor ó menor capacidad, impelida por dos remos, que con corta diferencia son del mismo tamaño y de la misma forma que una pala comun de madera: como la potencia aplicada á estos remos tan cortos y construidos en tan malas condiciones, no está en relacion con la magnitud del chalan, resulta que éste navega á su libre albedrío; frecuentemente es arrastrado por una corriente, lo que hace que el desembarque se verifique á veces média legua rio abajo, ó aun más léjos del punto deseado, si no es que en el trayecto se ha volcado ó se ha hecho astillas contra alguna roca á flor de agua, ó contra algun tronco de árbol arrastrado por el ímpetu de la corriente: los barqueros ó *chalaneros* luchan, es cierto, con las palas contra la fuerza de la corriente, pero es en vano; diríase que la embarcacion es arrastrada hácia el abismo por una corriente irresistible.

Como generalmente pasan juntos en la misma embarcacion pasajeros y cabalgaduras, y como éstas no siempre están acostumbradas á pasar de esta manera, tiene el pasajero que sujetar fuertemente á su cabalgadura de la brida, para así evitar que se arroje al agua, pues llegado este caso es seguro que se volcaria: puede considerarse como dichoso el viajero que al llegar á la orilla opuesta sólo ha recibido un baño de piés, á causa de la mucha agua que hace el chalan; paga en seguida lo que el dueño ó en-

cargado de esta embarcacion, de forma primitiva, tiene á bien cobrarle; pues si no es conocedor del terreno y de las costumbres del país en que viaja, y no ha tenido cuidado de hacer un ajuste previo, tiene que pagar realmente un precio exorbitante; diríase que en el paso de los rios, estos barqueros ejercen un verdadero monopolio, pues únicamente se encuentra una sola embarcacion, bien sea que tenga que pasar un solo individuo ó un regimiento entero: ésto me recuerda el tiempo del feudalismo, en que ciertas prerogativas eran hereditarias en las familias: si el rio se pasa en tiempo de secas, entónces se tiene que vadear; pero como generalmente el paso ha sido descompuesto por las crecientes del año anterior, el vado cambia de lugar por lo tanto de un año á otro, por cuya causa se hace indispensable el llevar siempre en estos caminos un buen guía, pues de lo contrario se expone uno, cuando ménos, á recibir un baño.

Pasado el rio, sigue el camino, que es más ó ménos ancho, subiendo y bajando lomas, hasta llegar á la cañada de los Amates, la cual en tiempo de secas es transitable, pero en la estacion de las lluvias se convierte en un verdadero torrente, por cuya causa se camina en compañía de fragmentos de roca más ó ménos grandes que son arrastrados por el ímpetu de la corriente, teniendo el viajero que ir haciendo zig-zags en cuanto lo permite el terreno, para así poder evitar el que dichos fragmentos lo derriben con todo y cabalgadura: pasado este tramo se llega á la cuesta del Platanillo, que tiene, por término medio, una pendiente de un 16 á 17 por 100; dicha cuesta se conoce que fué empedrada en tiempo del Gobierno vireinal, segun el sistema que se usaba en aquella época, es decir, empleando grandes fragmentos de roca, muchos de los cuales presentando caras completamente lisas, hacen que á veces el viajero tenga que bajar con una velocidad que realmente es poco conveniente para su propia seguridad: del pié de esta cuesta hasta Iguala, el camino en su mayor parte es plano; desde esta última ciudad, el camino, pasando por eminencias más ó ménos pronunciadas, conduce hasta el rio Mezcala: esta parte del camino en la seca no es mala, pero en la estacion de aguas se sumerge uno á cada momento en los baches más ó ménos profundos que con bastante frecuencia se encuentran en dicho tramo.

Llegado al rio de Mezcala, el cual no es vadeable en ninguna época del año, se ve que la poblacion del mismo nombre está construida en la orilla opuesta, y como generalmente el barquero está en dicha orilla, comienza el viajero á hacerle señas; pero si aquel nota que la corriente es muy rápida y que el rio está muy crecido, entónces no se decide á pasar á la orilla opuesta por el temor de que su embarcacion sea arrastrada por el ímpetu de dicha corriente, lo cual á la verdad es temible en este rio, pues á cosa de doce kilómetros del paso, rio abajo, se encuentra una cascada, y ya se ha dado el caso de que embarcacion y tripulantes hayan desaparecido: podria citar varios casos de desgracias semejantes, pero no lo hago por no alargar más mi relato: si el viajero, por la causa ya mencionada no puede pasar el rio, tiene, ó que volverse á la cuadrilla más inmediata, que es la de Xalitla, y que dista unos trece kilómetros de Mezcala, ó si se decide á esperar á que baje el rio, no tiene en donde guarecerse, no encuentra ni aun pasturas para sus caballos.

Si el rio está algo bajo, entónces hace su travesía hasta la orilla opuesta, en condiciones idénticas á aquellas que ya he descrito al hablar del paso del Amacusac, ó peores tal vez, por ser el rio más ancho y caudaloso. El camino sigue en seguida por la famosa cañada del Zopilote hasta llegar al pueblo de Zumpango: en dicha cañada se cruza el arroyo que allí se encuentra, por lo ménos noventa y seis veces; en tiempo de aguas es peligroso este camino, pues cuando ha llovido mucho en las montañas inmediatas, se pone realmente intransitable, y si entónces el viajero incauto se aventura en ella, pocas veces sale sano y salvo, pues ya ha sucedido el que las aguas de esta cañada arrastren hácia el rio el cadáver del viajero junto con el de su cabalgadura: en dicha época del año es preferible dar la vuelta por Zochipala y Chichihualco, lo cual hace que el camino sea más largo y penoso por lo escabroso de él en algunas partes, pero en compensacion se va con más seguridad. Se me pasaba mencionar que de Zumpango del Rio á Chilpancingo existe una calzada que, segun estoy informado, fué mandada construir por el señor general D. Nicolás Bravo: sólo es de sentirse que actualmente se esté destruyendo.

De Chilpancingo á la hacienda de Acahuizotla, el camino en la seca no es malo, pero en compensacion en la estacion de aguas es casi intransitable, pues como todo el terreno es arcilloso, resulta que en los parajes en que no se atasca uno, puede decirse que materialmente se navega en el fango.

Pasada la hacienda de Acahuizotla comienza la subida del cerro de los Cajones hasta bajar á la cuadrilla del Rincon. Los Cajones, cuyo nombre proviene de lo encajonada que está la vereda que sirve de camino, es un cerro formado por un verdadero conglomerado de base arcillosa, como se comprende perfectamente por la misma formacion de este cerro: las aguas van destruyendo poco á poco el camino, y no es raro el caso en que el viajero tiene que ir abriendo realmente camino nuevo, el cual con pocos dias de tránsito se convierte en una verdadera cuneta ó zanjon, que á su vez es derribado por las corrientes de infiltracion: agrégase á estas condiciones del camino, el que en la estacion de aguas llueve en este cerro todos los dias: por lo expuesto es fácil comprender lo que será esa via de comunicacion en esa época del año. Desde el Rincon hasta Tierra Colorada, el camino no es tan malo, ó al ménos no lo parece despues de haber pasado los Cajones: es, sí, bástante estrecho en algunos puntos, por cuya causa se tienen que sufrir á veces varios contratiempos.

De Tierra Colorada hasta el paso del rio Papagayo, el camino no es malo: si al llegar á él se encuentra crecido el rio, el paso realmente es peligroso, pues un poco adelante, rio abajo, en el paraje que llaman el Chiflon, que es un lugar en que el rio se encajona y en donde la corriente se precipita con verdadera furia, juntándose en dicho Chiflon las aguas del rio Omitlan y las del Papagayo, pues si por una desgracia la embarcacion es arrastrada por esta corriente rápida, en un momento se encuentra convertida en fragmentos: por esta causa es preferible esperar á que la creciente baje un poco para intentar el paso, el cual tiene lugar de la manera ya descrita, salvo que es un poco más peligroso, pues la embarcacion en la cual se hace esta travesía y que podrémos llamar propiamente *una piragua*, está formada de un sólo tronco de árbol ahuecado á hacha: los remos, en cuanto á sus dimensiones, son idénticos á los que ya he descrito, pero

no en cuanto á su figura, que presenta la forma de un disco circular, con un mango, todo de madera y de una sola pieza: en este rio, á causa de las dimensiones reducidas de la piragua, se tienen que pasar las cabalgaduras y béstias de carga, á nado, ó como dicen los remeros, á *barba de canoa*, y no es raro el caso en que alguna de ellas sea arrebatada por el Chiflon ya mencionado.

Pasado el rio Papagayo, se comienza á subir el cerro del Peregrino, llegando casi hasta la cumbre para bajar en seguida por la falda opuesta; dicho camino presenta en algunos parajes pendientes hasta de un veinte por ciento, y en los lugares en donde no aparece la roca desnuda, como el terreno es arcilloso y resbaladizo, se han empedrado estos tramos con verdaderas lajas de rocas calcáreas, por cuya causa el animal que no está acostumbrado á transitar por esta clase de caminos, hay veces que verdaderamente va arañando estas lajas, buscando un punto de apoyo para así poder pararse un momento y tomar aliento para emprender de nuevo su ascension: como puede comprenderse fácilmente, la bajada es más rápida, descendiendo á veces el viajero en compañía de corrientes de agua y de fragmentos de roca. Desde donde termina la bajada hasta el puerto de Acapulco, el camino en algunos tramos es pasadero, encontrándose en la estacion de aguas varios arroyos más ó ménos caudalosos, que á veces hacen perder al viajero horas enteras, el cual realmente ya no se fija en estos contratiempos si ha tenido la fortuna de pasar el rio Papagayo y cerro del Peregrino sin novedad de ninguna especie.

Tal vez podrán creer algunas personas que he exagerado el estado en que se encuentra esta via de comunicacion; pero las personas por sus negocios y las tropas federales porque tienen que transitar por este camino en la estacion de aguas, saben perfectamente que no he dicho más que la pura verdad.

Por la descripcion que acabo de hacer del camino que es naturalmente más transitado, se comprenderá perfectamente cuál pueda ser el de los que propiamente podrémos llamar vecinales; con vias de comunicacion de esta clase la exportacion no es posible por ahora; realmente el tráfico de un punto á otro es difícil y costoso, por el abandono en que se encuentran actualmente estas vias.

Como se comprende perfectamente, con caminos que se encuentren en el estado ya descrito, los costos de traslacion, ó sean fletes, tienen que ser muy fuertes, por cuya causa los ingredientes que se traigan, bien sea del puerto de Acapulco, de la ciudad de México ó de cualquiera otra parte, para ser empleados en las oficinas metalúrgicas, saldrán á un precio alto, pues á su primitivo costo tiene que agregarse el importe del flete, y aun en algunos casos el valor de las averías sufridas en el tránsito, por cuyos motivos el costo del beneficio será elevado; pues en el de patio, tomando como base el costo de preparacion mecánica y beneficio que saca la carga de 300 libras de peso en el Mineral de Tasco, y agregando lo correspondiente á fletes, aumento en los jornales, etc., etc., calculo que el costo que sacará en esta localidad será de $3.50: para el de fundicion, haciendo las mismas consideraciones que he indicado con respecto al de patio, el costo que podrá sacar cada carga será el de cuatro pesos. He tomado como base para hacer estas apreciaciones, el costo de beneficio en el Distrito minero de Tasco, por ser el más inmediato á estos criaderos nuevos, y presentar algunos de sus minerales en su composicion mineralógica y química, alguna analogía con los de ese Distrito.

Para que la explotacion de estos nuevos criaderos sea ventajosa, repito que es necesario, por una parte, que los artículos de primera necesidad, é indispensables para la explotacion y beneficio, puedan obtenerse á bajo precio en cada localidad, y además si conviniere á los intereses de los empresarios la exportacion de minerales de leyes altas, es conveniente que puedan llegar al punto adonde tengan que embarcarse con el menor gravámen posible: la única manera de llenar estas dos condiciones es la apertura de buenas vias de comunicacion; pero felizmente para el progreso y adelanto de este Estado, tengo la satisfaccion de manifestar que, tanto el C. Gobernador como las autoridades y todos sus habitantes en general, desean con ahinco el establecimiento de negociaciones mineras é industrias de toda clase, pues comprenden el beneficio que redundará en favor del Estado en general y de cada uno de sus habitantes en particular, con el planteamiento de estas industrias, y por lo mismo tratan de alla-

nar por todos los medios imaginables, todos los obstáculos que puedan oponerse á la realizacion de esta grande obra.

Sé que se ha proyectado la construccion de una via férrea desde el puerto de Acapulco hasta la ciudad de México; pero como es bien sabido, esta clase de obras demandan para su ejecucion tiempo y capitales muy fuertes; por lo mismo creo debe pensarse en la apertura de una via carretera, lo cual es de fácil realizacion, pues cambiando algo el trazo del camino actual, se puede llegar á tener una buena via, la cual siempre será de suma utilidad, aun cuando se lleve á buen término el ferrocarril proyectado, pues es bien sabido que la multiplicacion de vias facilitan el tráfico, y por lo mismo aumentan la riqueza de la localidad en donde existen. Por lo tanto me permitiré indicar los puntos por donde deba pasarse la nueva via, habiendo recorrido personalmente la mayor parte del camino que voy á indicar, y en algunos parajes en que por mi comision exploradora no he podido tocar, se me han suministrado datos por personas prácticas y conocedoras de la localidad. Al indicar el trazo que creo más conveniente, no tengo la pretension de que se adopte, pues tal vez ingenieros más inteligentes encontrarán, despues de haber hecho un estudio detenido sobre el terreno, puntos más adecuados para la apertura de esta via: además, debo manifestar que mi mision no ha tenido por objeto exclusivo el estudio de una nueva via: debo, sí, tocar esta materia aun cuando sea ligeramente, por requerirlo así las instrucciones que me fueron dadas por ese Ministerio.

Fijándose uno en la diferencia de nivel que existe entre el puerto de Acapulco y la ciudad de Chilpancingo, y conociendo la distancia que hay entre estos dos puntos, es fácil calcular con estos datos cuál seria la pendiente média; haciendo el cálculo que indico, se verá que esta pendiente es muy corta: veamos en seguida qué obstáculos notables se encuentran en este tramo que puedan oponerse á la realizacion práctica de nuestro proyecto: examinando materialmente el terreno, encontramos que estos obstáculos son dos: primero, el cerro del Peregrino; y segundo, el de los Cajones: para poderlos vencer tendrémos que examinar el terreno á uno y otro lado de la via actual: si lo examinamos al

Oeste de Acapulco, ó sea por el lado de Costa Grande, vemos que la misma configuracion topográfica del terreno se opone á la realizacion de nuestro proyecto, por morir la Sierra de ese lado, casi á orillas del mar, por cuya causa tendriamos todo el tiempo un camino lleno de pendientes y contrapendientes; examinándolo por el lado del Este, nos encontramos con un terreno de pendiente más uniforme, y que por lo mismo satisface á las condiciones que deba tener todo buen camino, por cuya causa creo que el trazo que pueda adoptarse será el siguiente: partiendo de Acapulco, tomar al Este por la Costa Chica y seguir en seguida casi el mismo camino que va marcando el rio Papagayo en su curso por esta region, cruzándolo en el punto más conveniente, para así conseguir que el puente que se tenga que construir no sea demasiado costoso; en seguida pasar al pié del cerro del Coquillo que es ménos elevado que el del Peregrino, y por lo mismo hay mayor facilidad para desenvolver las fuertes pendientes; cruzar en seguida el rio Omitlan y llegar hasta Tierra Colorada siguiendo el trazo del camino actual con ligeras modificaciones, hasta un poco más adelante de «Dos Caminos,» desviándose en seguida al Este del cerro de los Cajones, aprovechando una cañada que se encuentra de ese lado, y seguir el trazo rumbo á la hacienda de Mazatlan, salvando así los puntos intermedios por donde pasa el actual camino; de este último lugar á Chilpancingo puede seguirse el camino que ya existe: es cierto que con este nuevo trazo habrémos alargado algo el camino y tendrémos que construir dos puentes en lugar de uno; pero ¿qué importa esto, si conseguimos como resultado final un camino que se encuentre en mejores condiciones que el antiguo? Además, es preferible el tener que construir dos puentes de dimensiones pequeñas, á tener que construir uno sólo de dimensiones enormes sobre el rio Papagayo si se quiere seguir la ruta actual.

Con el trazo que acabo de indicar nos encontramos en la ciudad de Chilpancingo, que como se recordará por la descripcion topográfica que he hecho con anterioridad es el punto más bajo de la cordillera, pues está situada en un cañon natural que existe en la Sierra.

De Chilpancingo en adelante tenemos que bajar al rio Mez-

cala, habiendo entre ambos puntos una diferencia de nivel un poco mayor de 700 metros en una longitud de 66 kilómetros, que es la distancia aproximada que hay entre Chilpancingo y el rio de Mezcala pasando por Zumpango del Rio y cañada del Zopilote, este tramo es tal vez el de más difícil ejecucion en todo el camino, pero puede salvarse combinando el trazo de manera que pase por una parte de la cañada del Zopilote, tomando una vereda que existe al salir de Zumpango y que está situada en el lado oriental de la cañada, cruzar ésta cerca de la Venta del Zopilote y tomar por Palmillas en direccion á Zochipala para llegar en seguida á Mezcala, y de aquí en adelante el trazo puede llevarse por la Venta de Palula, y cruzando entre Iguala y Tepecoacuilco cerca del Tomatal, seguir al Oeste cerca de la cuadrilla Agua de Manteca, Tasco el Viejo, y entrar á la cañada de Atlistac, dirigiéndose en seguida al Este del pueblo de Acamistla, cruzando la calzada de Borda, para pasar en seguida al Este tambien de Corralejo y dirigirse hácia una angostura que presenta el rio de Huajintlan, al Oeste del pueblo del mismo nombre y rio arriba, pudiéndose salvar en este paraje con un puente mediano. Ya en terrenos del Estado de Morelos tomar por el llano de Michapan pasando á alguna distancia al Este de la Gruta de Cacahuamilpa, á venir á salir á Tetecala, y de allí en adelante á enlazar con el camino que conduce de Cuernavaca á la Capital de la República. El trazo que indico, aun cuando á primera vista parece que alarga la via, realmente no lo hace así: pues si bien es cierto que en algunos lugares la alarga, en otros la acorta, de manera que queda establecida realmente una compensacion: por otra parte, salvo los principales obstáculos que presenta la via actual, que son los siguientes: cerro del Peregrino, cerro de los Cajones, cañada del Zopilote, cuesta del Platanillo y cañada de los Amates, los cuales, si no desaparecen del todo, quedan en gran parte diseminados en el nuevo trazo, este camino tendrá que pasar por puntos de mayor produccion; pues si, por ejemplo, tomamos la Costa Chica, nos puede dar desde la sal de sus salinas hasta el arroz y algodon de sus sementeras; miéntras que Costa Grande, al Oeste del camino que existe ahora, no nos puede dar nada, pues ésta comienza á

ser productiva realmente desde Coyuca de Benitez en adelante.

En resúmen, puedo decir que el trazo que indico para esta nueva via puede, en pocas palabras, reducirse á lo siguiente: partiendo desde la costa, ir ascendiendo gradualmente segun lo indica el mismo curso del rio Papagayo, el cual en esta parte de su trayecto, corre casi de Sur á Norte, y ántes de llegar á su confluencia con el rio de Omitlan desviarse algo al Oriente para poder cruzar este último rio; en seguida, aprovechando los pasos naturales que presenta la Sierra, llegar hasta el punto de division de las aguas; de allí en adelante bajar al rio de Mezcala y cabecear en seguida las barrancas ó pliegues naturales del terreno hasta llegar al llano de Iguala; de allí en adelante, en lugar de ascender para volver á descender hasta el rio de Amacusac, tomo una línea que, partiendo de Iguala y aprovechando los pasos naturales entre las montañas, me conduce hasta el paso que he indicado en el rio de Huajintlan, el cual está un poco más alto que Iguala, con lo cual he logrado ascender, siendo éste mi principal objeto, pues de aquí en adelante sube el terreno: siguiendo despues ascendiendo hasta llegar á Cuernavaca, sin tener que bajar realmente á la parte más baja de la cañada del mismo nombre, y como he tratado de evitar los bajíos, resulta que el camino presentará más solidez, y las obras de arte por esta circunstancia sufrirán ménos.

XII.

Número, posicion y espesor de las vetas que presentan los criaderos; extension de éstos; enumeracion de las sustancias explotables que contienen; su proporcion y distribucion, y sus relaciones con las rocas en que arman los criaderos.

Al tratar esta materia me ocuparé únicamente de aquellos criaderos que realmente merecen atencion, y que son aquellos que he designado en el art. 7º bajo la denominacion de «Criaderos de importancia,» pues los demas que he descrito ya, como se recordará, son en lo general sumamente irregulares y muy escasos en sustancias explotables.

1º. El criadero de la «Piedra iman» es una masa de óxidos de fierro, pudiéndose considerar como un centro de erupcion en el que el fierro constituye una verdadera roca, pues aun á largas distancias aparece este mineral bajo la forma de vetillas de mayor ó menor potencia, tiñendo además esta sustancia en una gran área á todas las rocas y formaciones que se encuentran en ella. El fierro domina de tal manera desde la cordillera del Tlacotepec hasta la Costa Grande, que en mi concepto ha destruido, en esa grande extension de terreno, á todos los demas criaderos metalíferos: su fuerza de eyeccion fué tan grande que pudo abrirse paso entre la roca primitiva, que es el granito en esta parte de la Sierra y aparece á una gran distancia de la «Piedra iman,» como sucedió con la masa de fierro que se encuentra cerca del rancho del Naranjo, cuyo levantamiento lo considero contemporáneo con el del primer punto, por ser idénticos los ejemplares recogidos en una y otra localidad, siendo posterior á la formacion de las calizas que se encuentran en sus inmediaciones, por presentarse generalmente en estratificacion discordante en algunas partes, formando en otros lugares verdaderas cadenas de montañas calcáreas.

2º En cuanto á los depósitos carboníferos que he encontrado en la parte recorrida, puedo asegurar que son bastante extensos: aparecen en la direccion de Norte á Sur desde el pueblo de Huiziltepec hasta el cerro de los Cajones en una extension de casi 78 kilómetros, extendiéndose al Oriente á cosa de 40: he indicado, al hablar de la importancia probable de estos depósitos, diez centros diversos, aun cuando en realidad puede considerarse que forman uno sólo: lo he hecho así porque en los puntos indicados está más bien marcada su formacion geológica.

Al Noroeste de Chilpancingo y en sus inmediaciones se observan varias montañas más ó ménos elevadas, en las cuales se verifican hundimientos más ó ménos pronunciados en la estacion de las aguas, debido á lo cual he podido examinar fácilmente esta formacion geológica, la cual considero relacionada á estos depósitos carboníferos: dicha formacion geológica puede, en pocas palabras, reducirse á lo siguiente: debajo de una capa de tierra vegetal, que es bastante delgada, se observan perfecta-

mente otras de margas, arcillas ferruginosas, calizas y arenas impregnadas de agua: estas capas son de espesor variable, y generalmente están colocadas horizontalmente: el más notable de estos hundimientos por su magnitud es el que actualmente se está verificando en el camino que conduce de la ciudad de Chilpancingo á la de Tixtla, casi á la salida de la primera de estas ciudades, pues á la mitad de la primera subida que existe en dicho camino se observa una faja de terreno que tendrá cosa de 500 metros de largo de Oeste á Este, y poco más ó ménos en la direccion en que corren estas montañas puede extenderse de Norte á Sur en una extension de más de un kilómetro, realmente por el lado Norte desde la cumbre de una de estas montañas, terminando por el lado del Sur hasta una barranquilla que las aguas han ido formando en las faldas de dichas montañas: esta faja que participa de dos movimientos, el uno de resbalamiento y el otro de hundimiento, dependiendo probablemente este segundo del primero, pues se nota que á medida que esta faja de terreno va resbalando hácia el Sur, es decir, á la barranquilla, se va hundiendo paulatinamente. Durante mi permanencia en estos lugares, el hundimiento de que hablo puede haber sido de cosa de 12 centímetros: este fenómeno es debido indudablemente á la capa de arena impregnada de agua que he podido observar en dicha formacion: siguiendo este estado de cosas por algun tiempo, no creo difícil que la comunicacion entre las dos ciudades ya mencionadas llegue á interrumpirse.

Al Sur de la ciudad de Chilpancingo, en el paraje nombrado barranca de Pesoapa, he extraido muestras de carbon, encontrándose en dicho lugar una sola capa: dicho carbon está aún bastante descompuesto, pero por sus caractéres mineralógicos puede clasificarse como una lignita: el espesor de la capa es de 60 centímetros, recubierta únicamente por una sola capa de acarreo moderno de 20 centímetros de grueso; su direccion es N. O. 10° S. E., con una inclinacion média de 25° al N. E.; debajo de ella se presenta una capa de arcilla plástica de color gris de humo, cuya potencia no pude determinar á pesar de haber mandado hacer una excavacion bastante profunda, la cual por su inmediacion á la barranquita fué pronto invadida por las aguas; ade-

más, dicha excavacion tuve que hacerla en la estacion de las lluvias, las cuales son generalmente muy abundantes en estas regiones.

Las muestras sacadas de Zumpango del Rio son de una barranquita inmediata á dicho pueblo y de una cañada situada al Oeste: son de mejor clase; está aún bastante descompuesto el carbon, pero puede, á pesar de esto, considerarse como una variedad de antracita: fueron extraidas de debajo de una capa de arcillas agrisadas de 50 centímetros de espesor, presentándose en seguida dos capas carboníferas de 10 centímetros de potencia cada una, separadas por un intermedio de 20 centímetros formado de arcillas negras de un color semejante al del carbon, apareciendo otra vez la arcilla debajo de la última capa carbonífera: estas capas, con corta diferencia, tienen la misma direccion é inclinacion que la que existe cerca de Chilpancingo; las considero distintas de la ya citada, pudiendo tal vez ser inferiores, porque en Zumpango aparecen las pizarras arcillosas, las cuales desaparecen á medida que se va ascendiendo: de todas maneras, creo conveniente el uso de la sonda como lo he indicado ya, para cerciorarse á la profundidad, de la bondad y espesor de estas capas.

3º El criadero de cinabrio que he reconocido, es una veta bien caracterizada, lo cual es una rareza en el yacimiento de esta clase de minerales, por presentarse generalmente en bolsas ó mantos: la veta de que me ocupo corre en la direccion N. O. 10° S. E. con una inclinacion ó echado de 70° al N. E., teniendo de ancho siete metros, con sus relices perfectamente bien marcados: el creston de dicha veta lo he podido seguir fácilmente en una extension de tres kilómetros, y se conoce que se extiende aun mucho más léjos, pues aparecen algunos fragmentos que de pronto podrian considerarse como aislados, pero que sin embargo se comprende siguen todos la misma direccion de la veta, la cual puede decirse que está aislada, pues en la parte en que la reconocí no pude encontrar ninguna hijuela: la roca en que arma es una pizarra que por sus caractéres mineralógicos puede considerarse como una variedad entre la mica y la clorita pizarra.

En dicha veta, partiendo del respaldo alto al bajo, se presen-

ta una cinta compuesta de cuarzo podrido y cargada de óxidos de fierro, impregnada con mayor ó menor cantidad de sulfuro de mercurio puro: dicha cinta tiene 50 centímetros de potencia; sigue en seguida el cuarzo blanco más ó ménos compacto lleno de carbonatos de cobre, presentando el color azul y verde que les son característicos, impregnada toda esta masa de sulfuro de mercurio con su rojo escarlata que le es especial, encontrándose á veces en partículas tan finas que solamente con el auxilio de una buena lente pueden distinguirse.

4º y último. Un criadero de mineral antimonioso con ley de plata: dicho criadero lo constituye propiamente una veta compuesta de cuarzo blanco lechoso, siendo su rumbo N. E. 10° S. O. con su echado de 70° al S. E. y con una potencia ó ancho de nueve metros; arma en calizas metamórficas, las cuales han sido metamorfoseadas probablemente por la accion de los pórfidos metalíferos, cuya roca ha sido probablemente la que ha ocasionado el levantamiento en esta zona de la Sierra: de esta veta se desprenden una infinidad de ramales de mayor ó menor potencia, pues los hay hasta de dos metros: en el lugar en donde se juntan con ella dos ó más ramales, como sucede en la cumbre del cerro de Tepozonalco, llega á tener un ancho de cerca de 18 metros; pasado este cerro en direccion al Sur á cosa de seis kilómetros de distancia, comienza dicha veta á ramalearse; por el Norte la veta sigue bien marcada en una larga distancia; en el cerro de las Tablas, que está separado del primero por una barranca bastante estrecha y profunda, presenta tambien varias hijuelas, notándose que en este último cerro la pinta es más limpia por contener ménos antimonio: dicha veta cruza en seguida la cañada del Zopilote, en donde se presenta completamente ramaleada, siguiendo sin embargo con corta diferencia su mismo rumbo.

La pinta mineral, que es realmente un sulfuro múltiple con ley de plata y en la cual es sumamente abundante el antimonio, está distribuida con bastante uniformidad en el cuerpo de veta, encontrándose de cuando en cuando algunos parajes en donde el mineral por su abundancia forma verdaderos ojos ó clavos.

XIII

Formacion de colecciones de rocas; fósiles y minerales que se encuentren en los lugares explorados.

Número de órden	Clasificacion de las rocas, minerales y localidad	Número de ejemplares
1	Caliza del Cerro de Chachultepec	1
2	Caliza en forma de barra, como asentador de un cerrito artificial, cerca del cerro de Chachultepec	1
3	Caliza de forma lenticular, de un cerrito artificial, cerca del cerro de Chachultepec	1
4	Caliza margosa de Chilpancingo	1
5	Caliza margosa, apizarrada, de Chilpancingo	1
6	Caliza azulada de las orillas del rio Papagayo	1
7	Caliza negra de Santa Rosa	1
8	Caliza negra del cerro de Huiziltepec	1
9	Caliza fétida del cerro de Tepoztepec	1
10	Caliza arcillosa de Huiziltepec	1
11	Caliza cargada de arcilla de Huiziltepec	1
12	Espato calizo de Huacalapa	1
13	Arcilla endurecida de Chilpancingo	1
14	Arcilla gris que aparece debajo de la capa de carbon de Chilpancingo	1
15	Arcilla agrisada que aparece debajo de la capa de carbon de Chilpancingo	1
16	Arcilla esmética ó tierra de batan de Huiziltepec	2
17	Pizarra arcillosa entre Tixtla y Chilpancingo	1
18	Pizarra arcillosa de Zumpango del Rio	1
19	Pizarra arcillosa de San Cristóbal	1
20	Brecha de base arcillosa del cerro "Los Cajones"	1
21	Arenas con mica del criadero de fierro "La Piedra Iman"	1
22	Granito de grano grueso de Acapulco	1
23	Granito rojo y blanco de la cuesta de Santa Bárbara	1
24	Granito negro de grano fino de "Dos Caminos"	1
25	Gneiss del Alto del Camaron	1
26	Gneiss del Agua del Perro	1
27	Mica-pizarra de las inmediaciones de Acapulco	1
28	Mica-pizarra del Agua del Perro	1
29	Mica-pizarra de Santa Bárbara	2
30	Pizarra talcosa descompuesta del cerro del Campanario	1
31	Pizarra talcosa del cerro del Campanario	1
32	Pizarra talcosa del Carrizal	1
33	Pizarra talcosa de Xalpitzaco	1
34	Pizarra talcosa cargada de óxido rojo de fierro de Xalpitzaco	1
35	Pórfido diorítico de Tepozonalco	1
36	Pórfido labradorítico de Petaquillas	1

Número de órden	Clasificacion de las rocas, minerales y localidad	Número de ejemplares
37	Hacha de serpentina de un cerrito artificial cerca del cerro de Chachultepec	1
38	Fragmento de serpentina de forma cilíndrica de un cerrito artificial cerca del cerro de Chachultepec	1
39	Cuenta de serpentina de un cerrito artificial cerca del cerro de Chachultepec	1
40	Pedernal gris de humo del Rincon	1
41	Pedernal amarillento del Rincon	1
42	Pedernal negro del cerro "Los Cajones"	1
43	Cuarzo compacto del cerro del Campanario	1
44	Cuarzo compacto de Texcan	1
45	Cuarzo trasluciente del criadero de fierro "La Piedra Iman"	1
46	Cristal de cuarzo rodado del cerro de Tepoztepec	1
47	Cuarzo con mica amarilla color de oro, del pié del cerro del Campanario	1
48	Azufre nativo de Huiziltepec	1
49	Antracita de Zumpango del Rio	3
50	Lignita de Chilpancingo	1
51	Pinta de plata con plata nativa de Tasco	1
52	Pinta de plata con plata nativa de Tasco	1
53	Pinta de plata con blenda, galena y plata nativa de Tasco	1
54	Pinta de plata con blenda, galena y plata nativa de Tasco	1
55	Pinta de plata con blenda, sulfuro de fierro y de cobre de Tasco.	1
56	Pinta de plata, cargada de sulfuro de fierro de Tasco	1
57	Pinta de plata con sulfuro de plata de Tasco	1
58	Oxido de manganeso con ley de plata de 70 marcos por monton de 30 quintales y algo de oro de Tasco	1
59	Sulfuros múltiples antimoniosos, con ley de plata de 10 marcos por monton de 30 quintales, de Tepozonalco	2
60	Galena del cerro "La Vieja"	1
61	Galena en bolsas, del Carrizal	1
62	Galena en mantos, del Carrizal	1
63	Galena de Santa Rosa	1
64	Sulfuros y óxidos de plomo, orilla Sur del rio Mezcala	1
65	Galena de la Soledad al Sur de Tepozonalco	1
66	Galena antimoniosa de la Soledad	1
67	Granzas de fundicion muy antiguas del cerro Tepoztepec	1
68	Pinta de cinabrio de Tixtla	1
69	Pinta de cinabrio con óxido amarillo de fierro de Xalpitzaco	5
70	Pinta de cinabrio con carbonato de cobre azul y verde de Xalpitzaco	3
71	Pinta de sulfuro de cobre con galena del Rincon de la Alcaparrosa	1
72	Sulfuro de cobre mezclado con sulfuro de fierro de Santa Rosa	1
73	Fierro oxidulado, ley 75 por 100, de la Piedra Iman	1
74	Fierro oxidulado, ley 75 por 100, del Rancho del Naranjo	1

Número de órden	Clasificacion de las rocas, minerales y localidad	Número de ejemplares
75	Fierro oligista del cerro de Tepoztepec, ley 61 por 100	1
76	Fierro micáceo de Ayutla	1
77	Oxido rojo de fierro de Zochipala	1
78	Oxido rojo de fierro (oscuro) de Zochipala	1
79	Oxido rojo de fierro (claro) de Zochipala	1
80	Oxido rojo de fierro de Santa Rosa	1
81	Oxido rojo de fierro con carbonato de cal del cerro de Chachultepec	1
82	Hematita parda del cerro de Tepoztepec	1
83	Fierro carbonatado con yeso del cerro de Chachultepec	1
84	Fierro carbonatado con yeso del cerro de Chachultepec	1
85	Sulfuro de fierro de Colotlipa	1
86	Sulfuro de fierro de Tepozonalco	1

Debo advertir que las muestras del Mineral de Tasco han sido extraidas de una profundidad média de cien metros; todas las demas son de la superficie.

XIV

Observaciones que juzgo conveniente hacer, para facilitar la formacion de Compañías que puedan explotar con buen éxito los criaderos minerales del distrito explorado, fomentando y desarrollando en él este importante ramo de riqueza pública.

La formacion de Compañías mineras para la explotacion de los criaderos metalíferos en el Estado, presentará grandísimas dificultades y será irrealizable si dichas empresas no cuentan con el apoyo decidido del Gobierno general y el del Estado.

El sistema seguido actualmente para el denuncio de minas puede dar lugar á complicaciones; en lo general los escritos de denuncio carecen de los requisitos que deben de tener segun lo prescrito por la Ordenanza del ramo; examinando los pregones en el *Diario Oficial* del Estado, vemos en la generalidad denunciadas vetas imaginarias, y como la ley del Estado, vigente en cuanto á denuncios, previene que se marquen á los quince dias de hecho un denuncio el punto y la direccion en que deban darse las pertenencias, resulta que con el sistema de denunciar vetas imaginarias, las pertenencias lo son tambien: cuando todos los

denuncios quedan cerca de un mismo lugar, sucede que las pertenencias así marcadas quedan literalmente superpuestas las unas á las otras, dando por resultado final una serie interminable de cuestiones judiciales.

Diríase que se ha tenido positivo empeño en abrir un campo vasto á las cuestiones judiciales, para así entorpecer la marcha de los negocios mineros, sin recordar que la ruina del Mineral de Huitzuco en este Estado, tuvo por orígen el sinnúmero de pleitos con que tuvieron que luchar las Compañías aviadoras desde un principio, pudiéndose asegurar que la mayor parte de estas Compañías gastaron tal vez más en ventilar cuestiones judiciales que lo que emplearon en la explotacion de los criaderos.

Debe además tenerse presente que en el Estado existen sólo tres distritos mineros en los cuales se hayan emprendido obras formales, y, triste es decirlo, estos distritos se encuentran completamente arruinados en lugar de estar florecientes: creo conveniente indicar cuáles son estos centros mineros y la causa de su decadencia: tenemos el distrito minero de Huitzuco, el cual es moderno, pues sus trabajos formales sólo datan del año de 1874, arruinado y abandonado ya á causa de las cuestiones judiciales, pues segun informes, hubo Compañía que tuvo que hacer frente á veintidos pleitos de mayor ó menor importancia: el distrito de Tepantitlan, cuyas minas han sido buenas, en ruinas; así como las del de Tasco, siendo este último distrito afamado por la abundancia y riqueza de sus minerales; esta ruina es provenida de que, en lugar de seguir un laborío en forma, se ha seguido en realidad un verdadero trabajo de rapiña, á consecuencia de lo cual podrémos decir dentro de muy pocos años: *Aquí donde yacen estas ruinas, existieron minas ricas y florecientes en una época*, y si el viajero curioso pregunta en qué época fué eso, tendrémos que decirle que fué en la época de la dominacion española, y que de entónces acá, habiendo caido en desuso las sábias prescripciones de las Ordenanzas en todo lo relativo al laborío y conservacion de las minas, éstas se han arruinado poco á poco.

Del buen juicio y criterio del actual Gobernador del Estado, es de esperarse que tomará medidas enérgicas, y que vigilará, por una parte, para que los trabajos de las minas en los distritos

mineros de Tasco y Tepantitlan sean en todo conforme á lo prescrito por el «Laboreo de minas,» sin abrir por esto las puertas á especuladores maliciosos y ambiciosos, pues el Gobierno debe tener presente las consideraciones que se les deben de guardar á aquellos que han invertido gran parte de sus capitales en empresas arriesgadas, como lo son, hasta cierto punto, las de las minas; por otra parte, debe cerrar la puerta á todos aquellos que por medio de denuncios capciosos, de vetas ó criaderos que tal vez no existan, pongan entorpecimientos á aquellos, hechos por individuos que tal vez tengan facilidad para conseguir avíos para sus minas, pues dichos individuos, al hacer estos denuncios, no tienen más objeto que promover cuestiones judiciales para así conseguir, por medio de transacciones, partes que deben por supuesto ser aviadas en la negociacion que se pretenda establecer, sin comprender que la Compañía que se ve amenazada con un juicio, tal vez ántes de dar el primer barretazo lo que hace es buscar otro campo en donde pueda emprender sus trabajos sin tropezar con dificultades de ningun género; pero eso sí, estos individuos tendrán la gloria, bien triste por cierto, de ser la causa de que todo un Estado, en lugar de progresar, quede abandonado y en la miseria.

La ley del Estado á que hago referencia, fué expedida por su H. Congreso el 23 de Abril de 1875, con su respectivo reglamento de fecha 29 del mismo mes y año.

Dicha ley, en su art. 2º, indica la manera con que deben ser presentados los denuncios por los interesados para su registro, y demas prevenciones del art. 4º, tít. VI de las Ordenanzas de Minas.

La misma ley, en su art. 3º, dice lo que textualmente copio: «Art. 3º Dentro de veinte y cuatro horas se proveerá el escrito, mandando que se publique el denuncio y previniendo al solicitante, caso que no lo haya hecho en el mismo escrito, que dentro de quince dias contados desde el siguiente, señale el punto y la direccion en que deberán darse las pertenencias que correspondan.»

Este artículo, en su segunda parte, está en completa contradiccion con lo que previene el art. 4º del tít. VI de las Ordenanzas

de Minas, al hablar del pozo que propiamente podrémos llamar *Pozo de Ordenanza*, marcando las dimensiones que deba de dársele y los objetos para los cuales deba labrarse, siendo uno de ellos, el principal tal vez, el poder determinar exactamente el echado ó recuesto de la veta, dato indispensable para poder medir las pertenencias: este artículo de las Ordenanzas que acabo de citar es precisamente el que sirve de fundamento al art. 2º de la ley del Estado, y vemos por lo expuesto que el tenor del artículo 3º de dicha ley nulifica completamente el art. 4º del tít. VI de las Ordenanzas ya citadas.

Esta contradiccion tan crasa es la que da orígen á un sinnúmero de cuestiones, sobre todo si dicha ley es interpretada maliciosamente.

La misma ley, en su art. 5º, previene que la adjudicacion del fundo metálico será decretada por la autoridad política, previa la aprobacion del Gobierno.

Encuentro tambien en este artículo el orígen de varios males: si el fundo metálico cuya adjudicacion se solicita está ubicado, por ejemplo, cerca de la línea limítrofe del Estado de Guerrero con el de Michoacan, como la distancia es grande y los caminos tan malos, esto hará que los documentos concernientes al negocio de que se trata dilaten en llegar á la capital del Estado, que es en donde debe residir el personal del Gobierno; y si éste, por atenciones más urgentes, demora tal vez la resolucion de él, y no decreta la adjudicacion por informes apasionados que se le den, y si el denunciante no ha comenzado á abrir su pozo de ordenanza esperando tener la adjudicacion del fundo metálico que ha solicitado, resulta que si la recibe tal vez despues de los plazos en que la Ordenanza previene que caduquen los denuncios, se encuentra nuestro hombre en el aire, y por compensacion de sus afanes con un pleito encima, ó puede sucederle tambien que un zángano cualquiera consiga por medio de sus relaciones sorprender la buena fe del Gobierno para que no decrete dicha adjudicacion, con el objeto de aprovecharse en seguida del descubrimiento que ha sido hecho por el denunciante de buena fe.

Si me he ocupado de la expresada ley, ha sido realmente á pesar mio; pero me he visto obligado á hacerlo, porque por una

parte lo requiere así el tenor de las instrucciones que me han sido dadas para el mejor desempeño de mi comision, y por la otra porque debo indicar el orígen del mal en donde presumo que pueda existir.

Como he manifestado ya, toda Compañía aviadora que quiera emprender sus trabajos con buen éxito, necesita contar con el apoyo del Gobierno del Estado, el cual debe meditar acerca de la ley que rige en materia de denuncios, la cual pugna en verdad con las Ordenanzas de Minas; debe ceñirse estrictamente á todo lo que previene dicha Ordenanza, facilitando por cuantos medios estén á su alcance la adquisicion de fundos metálicos á las personas que quieran dedicar sus capitales á esta clase de empresas: evitar por medio de medidas enérgicas el que los ambiciosos ó especuladores de mala ley traten de volver estos negocios contenciosos, pues debe tener presente que el capital es esquivo, y si tropieza con dificultades desde un principio, se retirará violentamente, y tal vez pasarán años ántes de que las compañías mineras vuelvan á pensar en el Estado de Guerrero, en cuyo caso su porvenir será bien triste.

En resúmen, creo conveniente indicar que para que la formacion de Compañías que exploten los criaderos minerales sea un hecho y no una quimera, deben tomarse las medidas siguientes:

1ª Que queden vigentes las Ordenanzas de Minas, en lo relativo á denuncios y adquisicion de fundos metálicos, manera de trabajar las minas, etc., etc.

2ª Que se les conceda toda clase de franquicias á estas Compañías, evitando sobre todo que tengan que reportar gabelas estas empresas nacientes.

3ª Que queden exceptuadas del pago de contribuciones personales y del servicio de las armas, todos aquellos individuos que trabajen, bien sea directa ó indirectamente, en las negociaciones mineras.

4ª Que tanto el Gobierno local como el general, por cuantos medios estén á sus alcances, den completas garantías de seguridad á estas empresas, pues este será el único medio de destruir la preocupacion que existe, de falta de garantías en el Estado, que es tal vez lo que lo ha perjudicado más.

5ª Que el Estado proceda á la construccion de buenas vias vecinales.

6ª y última. Que el Gobierno general fije su atencion en lo conveniente que es la apertura de una via, aun cuando por lo pronto sea carretera, para facilitar el tráfico.

Por último, debo manifestar que la riqueza del Estado de Guerrero no sólo está en su agricultura, en sus criaderos de fierro, plata y oro; guarda tal vez en sus entrañas una sustancia que lo ha de hacer poderoso, que lo hará avanzar en la via del progreso; me refiero á la existencia del carbon de piedra, cuyos criaderos deben de investigarse á la profundidad, pues únicamente los he podido reconocer superficialmente, pero los considero de importancia por ser vasta la extension que ocupan: este combustible, ignorado y despreciado hasta ahora, puede ser tal vez lo que hará que este Estado sea grande, poderoso y floreciente, pues el dia en que tengamos al puerto de Acapulco enlazado con la capital de la República y con todos los Estados de las Américas por medio de dos cintas de acero, sobre las cuales corra una locomotora alimentada con el carbon mineral extraido de su suelo, remolcando un largo convoy de carros que trasporten, desde el carbon mineral hasta los productos tropicales de sus costas, y aun los de otros países lejanos, entónces, este Estado que ha permanecido tantos años olvidado, será próspero y feliz, y todo esto lo deberá al actual Presidente de la República que ha sabido acordarse del lugar que, si no fué la cuna de nuestra independencia, ha sido, sí, el refugio en tiempos aciagos, de los héroes de la Independencia y de la República.

Al terminar el presente Informe, considero como un deber de mi parte, el manifestar mi reconocimiento al C. Gobernador del Estado, Prefectos de los distritos que he recorrido, autoridades subalternas, y en general á todos los habitantes del Estado de

Guerrero, que han hecho todo cuanto ha estado de su parte para que no tropezase con dificultades en el desempeño de mi comision, secundando de esta manera las elevadas miras del Sr. Presidente de la República y del Ministerio de Fomento.

México, Setiembre 12 de 1882.

TEODORO LUIS LAGUERENNE.

INFORME

SOBRE LOS

DEPÓSITOS CARBONÍFEROS DEL CERRO DE EL TAMBOR

EN EL DISTRITO DE HUAUCHINANGO

RENDIDO Á LA SECRETARÍA DE FOMENTO

Por el Ingeniero de Minas que suscribe.

Señor Ministro:

El Distrito de Huauchinango, el más septentrional de los veintiuno en que está dividido el Estado de Puebla, que por la region del Norte y la del Este linda con el Estado de Veracruz, y por la del Sur y la del Oeste toca al de Hidalgo, contiene entre sus once municipalidades, la llamada Xicotepec, y más comunmente designada con el nombre de Xico, cuya cabecera dista de la cabecera del Distrito veintiun kilómetros, medidos por la Comision Geográfica Exploradora.

Veinticuatro kilómetros al N.E. de Xico, á la conclusion de la Sierra de Zacatlan, llamada así por pertenecer en su mayor parte al Distrito de este nombre, y en el camino para Túxpan, está el rancho llamado de San Márcos, y cerca de él el de El Tambor, por cuya orilla pasa un brazo del rio que forma el paso del Tambor, y á cuya espalda se eleva el cerro del mismo nombre.

En este cerro se encuentran los depósitos carboníferos á que este Informe se refiere, por cuya circunstancia creo deber fijarme en sus condiciones geológicas particulares.

La formacion de este cerro la constituye una roca que se comienza á iniciar desde la salida de Huauchinango, y que, á pesar de la distancia y de la diferencia de nivel, se conserva con alteraciones secundarias.

Estas alteraciones, que léjos de hacer dudoso el carácter de los terrenos en que se presentan, contribuyen á determinarlo, consisten principalmente en la presencia del óxido de fierro, que tiñe la roca en una grande extension y en no corta profundidad, y en su desagregacion producida por la presencia del agua que es fácilmente absorbida, formando una pasta espesa, elástica, resbaladiza y pegajosa, que hace el paso muy difícil, peligroso y molesto.

Independientemente de algunas rocas cristalinas aisladas que se dejan ver en la parte más profunda de las cuencas, en algunas grietas, y particularmente en el lecho de los rios, cuyas rocas descubren la formacion interior á que parece servir de envoltura la roca dominante, ésta consiste en una pizarra arcillosa, cuyo color, cuando no está mezclada con el fierro, es el gris verdoso oscuro y aun el negro agrisado. En algunos puntos su lustre es centellante y aun poco lustroso; pero este carácter, que no puede considerarse como propio de la roca, y que sólo se presenta en el sentido de la estratificacion, es debido á la arcilla en libertad fuertemente adherida á la pizarra y con un grado tal de desarrollo en algunas partes, que parece formar una roca especial, asociada á la pizarra. En lo general esta arcilla sólo se encuentra en pegaduras que cubren la superficie de la pizarra. La textura trasversal de ésta es desigual y mate.

Volviendo á los caractéres de ésta, la atencion se viene á fijar en la estructura; y este carácter es el que corresponde á la estratificacion, que es horizontal en sus condiciones normales; pues en las partes planas y aun en los declives producidos por los deslaves, se descubren las lajas pizarreñas formando una especie de gradería, y presentando cortes naturales. El espesor de estas capas varia entre 10 y 35 centímetros.

En los puntos afectados por el levantamiento, la horizontalidad desaparece, y á medida que se asciende en el cerro, se ve aumentar la inclinacion, llegando las lajas en algunos puntos, cerca de la cima, á ser casi verticales.

No es la primera vez que en mis estudios sobre el asunto á que se refiere el presente, me veo en la necesidad de ocuparme de esta roca; en más de una region la he visto, dominando y caracteri-

zando la formacion, estando, por otra parte, satisfactoriamente explicada esta frecuencia, puesto que la formacion de transicion constituye la primera envoltura de la corteza terrestre en que se encuentra la estratificacion; y esta envoltura es casi continua.

Estas rocas, y las análogas á que he hecho referencia, pertenecen á la formacion inferior; y por lo mismo, sus caractéres esenciales son muy semejantes, pues su composicion es casi idéntica en todas partes.

En algunos puntos de la localidad á que me estoy refiriendo, se encuentra la pizarra de tal manera penetrada por el cuarzo, que forma la variedad designada con el nombre de piedra lidia.

Aunque es muy frecuente, en la formacion á que pertenecen estas rocas, el caso de que alternen con las pizarras micáceas y talcosas, y aun con clorita-pizarra, en ningun punto de la region explorada encontré estas clases de rocas. En el lugar en que se hallan los depósitos carboníferos, existen capas negras de pizarra que los geólogos llaman antracitosa, y que más bien deberia llamarse carbonosa: no creo que le pueda convenir el nombre de carbonífera, ni aun de carburada; pues aunque esta última se encuentra en contacto con el carbon, su presencia en este piso es tan accidental como el carbon mismo.

Esta roca, que constituye la *ampelita*, propiamente dicha, es de un color negro pardusco tirando al de terciopelo, cuya intensidad disminuye visiblemente por la accion del calor: su lustre es poco lustroso por su intensidad, y por su calidad de cera; su textura entre compacta y pizarreña, y en la ruptura, que se efectúa auxiliada por la desagregacion que produce el agua absorbida, aparece una superficie curva. Ya otra vez he tenido ocasion de referir y explicar esta particularidad de las arcillas que suele generalizarse en algunos compuestos arcillosos.

Debo advertir que esta roca, á la que, por el conjunto de sus caractéres, de los que he mencionado los principales, conviene el nombre de *ampelita*, no es la *ampelita aluminosa* de que se extrae el alumbre, ni la *piritosa*, que los antiguos llamaban *tierra de viñas*, por la aplicacion que se le daba en agricultura como abono, siendo una especialidad para la viña, cuya vegetacion favorece notablemente.

Brard, en apoyo de ésto, cita un hecho que presenció en el departamento de la Corrèze, en Francia, en los trabajos carboníferos hechos cerca de una viña: todas las matas, en cuya cercanía se arrojaron las tierras cargadas de esta roca, se desarrollaron de una manera tan extraordinaria y rápida, que su desarrollo y lozanía se notaban aun á primera vista.

Decia yo que la presencia de esta roca en este sitio es accidental, porque además de que se encuentra localizada en determinados puntos, y sus condiciones de yacimiento no son las que constituyen una formacion, el piso á que pertenecen no es el inferior, que es al que corresponden las rocas estudiadas, sino el siluriano á cuyas rocas se asocia con mucha frecuencia, y más particularmente el devoniano.

Su presencia aquí debe y puede explicarse del mismo modo que la presencia del carbon, respecto de la cual, haré á su vez las apreciaciones correspondientes.

Admitido el principio de que la base de los estudios de esta naturaleza es el relativo á la geología del terreno, se encuentra, en el exámen de este punto capital, una cuestion, que ante todo debe resolverse, para desvanecer la duda á que puede dar orígen; y cuya influencia es decisiva en la determinacion de la expectativa que la presencia de un yacimiento de éstos ofrece, y que es el fundamento de toda explotacion.

Dicha cuestion es la que se desprende de la presencia de caractéres distintos, determinados por los elementos peculiares de dos distintas formaciones.

En efecto, las consideraciones que dejo apuntadas, y que son el resultado de un exámen del terreno, que no se localizó en determinado punto, sino que comprende una extension suficiente de la parte reconocida, no dejan duda de que la formacion á que se refieren, es la de transicion: consecuencia que deja dudoso el punto que se trata de resolver; puesto que segun se sabe, sobre esta formacion descansa, y aun se puede decir que á esta formacion pertenece, la formacion carbonífera.

Bien conocida es la division admitida por la mayor parte de los geólogos, en esta formacion, de terrenos inferiores, medios y superiores, ó *cambrianos* ó *cumbrianos*, *silurianos* y *devonia-*

nos, sobre los cuales están los que pueden llamarse carboníferos.

En el caso presente, se trata de determinar si la formacion estudiada constituye el asiento de estos últimos, en cuyo caso, los yacimientos de carbon reconocidos pueden trabajarse, si no con seguridad, sí con probabilidades de éxito.

Para fijar este punto, tenemos estos datos, que propiamente hablando no son otra cosa que elementos de confusion y de duda: primero, depósitos de carbon, clara y perfectamente determinados, cuyos caractéres y composicion daré á conocer en el lugar correspondiente: segundo, rocas carburadas que son propias de los terrenos carboníferos, y que suelen estar asociadas á las rocas silurianas: tercero, rocas peculiares de la formacion cambriana.

Existen, pues, caractéres de tres formaciones distintas, ó más particularmente de dos: la carbonífera y la cambriana, y por lo ménos se debe fijar como incuestionable el principio de que, de los elementos á que estos caractéres corresponden, unos son propios del terreno, y otros son accidentales; y la cuestion capital queda reducida á fijar cuáles son los unos y cuáles los otros.

Para resolverla, nos fijarémos en los caractéres propios y en las circunstancias especiales de cada uno de estos elementos.

Se ha dicho que las rocas que constituyen esta formacion en general, y más particularmente, el cerro del Tambor, están en capas, colocadas en estratificacion horizontal, cuya posicion se modifica en el ascenso del cerro, por la alteracion natural que las capas sufren en los levantamientos.

En la parte en que los yacimientos de carbon se descubren, las capas pizarreñas están indicadas hácia el O.

Cortando esta estratificacion, y con la inclinacion de 46° al E., se ve un hilo de carbon, cuyo ancho es de 12 centímetros; no tiene mezcla de sustancias extrañas; y en cuanto á su estado de agregacion, es muy desmoronadizo, por el contacto con el aire húmedo, y aun con el agua que corre sobre la roca, bañándola y deslavándola en las partes en que ofrece ménos resistencia.

La direccion de este hilo, es de S.O. – 20° – N.E., y puede observarse en las dos paredes del pequeño socavon que lo corta, el que tiene una longitud de 1.50 metros, y está trazado en la direccion de O. á E.

Inspeccionando la roca en este pequeño cuele, se ven pegaduras aisladas; pero el hilo de carbon no reaparece.

Este socavon está abierto á algunos metros de altura sobre el fondo de una larga cañada, que tiene la direccion general de O. á E.; y debajo de lo que pudiera llamarse el plan, en la misma roca, se ven otros hilos, no ya cortando la estratificacion de la roca, sino en posicion concordante con ésta, y que sólo tienen algunos centímetros de espesor.

La pizarra entre cuyas hojas se encuentran estas incrustaciones, presenta, en algunos ejemplares, colores abigarrados.

Continuando el exámen del terreno hácia el N. y el S. que son las direcciones en que el hilo deberia encontrarse, si fueran normales las condiciones de su yacimiento, no se ve más que la pizarra cambriana, debajo de la tierra vegetal, y algo confusa en su estratificacion: en muchos puntos, esta pizarra está fuertemente impregnada de arcilla.

El más notable de los depósitos descubiertos, está hácia el Oeste del centro del socavon, que es tambien el de la anchura de la cañada: su ancho es de 4 centímetros y se extiende hácia el S.E. con la inclinacion de 30°. Siguiéndolo en esta direccion, se ve ir ensanchando, hasta medir 1.65 metros, con un espesor de 2.60 metros.

Estos cambios se notan en una longitud de 4.50 metros, pues pasada esta distancia, esa masa de carbon, que afecta la forma de cuña, por la parte del S.E. desaparece completamente en la roca; y por la del N.O. penetra en ésta con una anchura de 4 centímetros, como he dicho ya, y desaparece tambien. Hácia abajo, y hácia los lados, no se descubre más que la roca.

De este conjunto de datos, se deduce que la presencia del carbon en este punto es anormal, puesto que son anormales la direccion, inclinacion, posicion relativa con la roca, y demas circunstancias que caracterizan y constituyen el yacimiento: y como además de ésto, se encuentra en un cerro, á la altura de 144 metros, se puede inferir que no es la formacion carbonífera la dominante en esta localidad.

Además de ésto, faltan los caractéres mineralógicos, los demas caractéres geológicos y los paleontológicos, de que ya en otros In-

formes he hecho mérito con la extension debida, por lo que creo poder y aun deber omitirlos en éste; y esta falta es una especie de carácter negativo, que viene en apoyo de la anterior consecuencia.

La hipótesis que pudiera surgir, y que en efecto he señalado, de que esta formacion fuera la siluriana, por la presencia de la ampelita, que como lo he hecho notar, suele asociarse á las rocas de esta formacion, es desechada por los demas caractéres que el estudio descubre en el terreno, y que indicaré ligeramente, ya que por primera vez me veo en el caso de tomar en consideracion las rocas del piso siluriano.

Estas rocas, segun el profesor Rodekick Murchison, que las designó con este nombre, se dividen en superiores, médias é inferiores: comprenden las primeras, diversas areniscas, calizas arcillosas, pizarras con concreciones calizas, calizas concrecionadas formando capas; pizarras llamadas de enlosar, ó piedras de pavimento (*flagstone* de los alemanes); calizas y pizarras arcillosas impregnadas y aun reemplazadas por rocas feldespáticas: las segundas, pizarras de un color rojo ó ligeramente coloridas; las areniscas llamadas de *May-Hill;* calizas con nódulos de pizarra negra, areniscas calizas, con lechos de rocas de agregacion: por último, pertenecen á las terceras, areniscas de conchas con pizarras y conglomerados; calizas arenáceas, pizarras y areniscas con tobas trapeanas; pizarras negras con incrustaciones calizas y arenáceas; calizas cuarzosas con pizarras arcillosas; tobas volcánicas estratificadas, y lavas feldespáticas y porfídicas.

Ninguna de estas rocas se encuentra en la region explorada, y no siendo por otra parte característica de la formacion siluriana, la presencia de las ampelitas, que fué el dato que indujo á la hipótesis discutida, ésta debe ser desechada.

Las rocas de la formacion inferior, son por el contrario, más claras y abundantes; la extension que ocupan es muy considerable; las alteraciones que en su estratificacion y en su yacimiento han impreso los levantamientos, no las han hecho desaparecer; y en los cortes naturales que se dejan ver en las barrancas, se descubren las condiciones de su estratificacion.

No queda pues, duda, de la naturaleza de estas rocas, así como tampoco de que los depósitos de carbon no se encuentran en un terreno que les es propio, y son por consiguiente accidentales.

Su presencia se puede explicar, lo mismo que la de cualquier mineral ó roca extraño á una formacion, que se encuentra en ella, ocupando extensiones más ó ménos considerables por los trastornos acaecidos en el órden de sobreposicion, en los cataclismos geológicos de que nos quedan las señales.

Aplicando esta deduccion al caso presente, ésto es, á la investigacion del resultado probable que puedan ofrecer las exploraciones, se debe afirmar que tal resultado tiene que ser poco satisfactorio: pues aunque se encontraran otros depósitos, éstos tendrian el mismo carácter de accidentales, y no podrian ofrecer más que una precaria explotacion.

Mas no es esta consideracion técnica la única que se puede invocar en contra de la organizacion de los trabajos mineros que pudieran emprenderse en el cerro del Tambor, para explotar los depósitos carboníferos que allí existen: las consideraciones económicas, que hacen un papel tan esencial en las empresas industriales, vienen en apoyo de la consecuencia que se desprende de las consideraciones técnicas.

La posicion topográfica de estos depósitos no puede ser más desfavorable.

Para apreciar el valor real de una explotacion carbonífera, hay que tener presente desde luego, la situacion del lugar en que debe organizarse; pues uno de los mayores gastos que hay que erogar, y quizá el mayor de todos, es el relativo al trasporte desde el lugar de su yacimiento hasta el centro de su consumo.

En el Informe que con fecha 28 de Junio de 1881, tuve la honra de presentar á vd., Señor Ministro, relativo á las exploraciones que hice en los terrenos carboníferos de los Distritos de Matamoros Izúcar, Chiautla y Acatlan en el Estado de Puebla, está consignado un dato que pone en relieve la exactitud de esta aseveracion.

En efecto, segun los cálculos hechos en el documento citado, el costo de una tonelada de carbon, puesta en la boca de la mina, en las circunstancias de Tecomatlan y Olomatlan, es de 62 cen-

tavos;[1] y el de flete de Tecomatlan á Puebla, será de 16 pesos.[2]

Esto, con diferencias numéricas, que hacen variar las relaciones, se verifica en todos los casos.

En el presente, nada puede decirse del costo de extraccion, que dependerá del resultado de las exploraciones, sobre las que creo haber dicho lo bastante; y en cuanto al trasporte, dos puntos podemos fijar como adecuados á la apertura de un mercado para el carbon procedente de ella: Tulancingo y Túxpan.

Hay que hacer observar que ninguno de estos puntos seria el de su consumo, pero sí los de su depósito.

Para el primero hay que recorrer una distancia de veintidos leguas, pasando por Xico y Huauchinango: el camino es pendiente, accidentado y molesto, sobre todo desde Huauchinango, entre cuyo punto y el rancho hay una diferencia de nivel de 1244 metros, pues la altura de Huauchinango es de 1400 metros y la del rancho del Tambor, de 156.

Entre el rancho del Tambor y Xico hay dos caminos: uno por la cuesta, pasando por Jalapilla, Las Pilas, Covo y San Lorenzo; el otro, más largo, es plano hasta la Junta, y por él hay que pasar el rio á vado, treinta y nueve veces; y de la Junta á Xico, que es una extension de dos leguas, la cuesta es más pendiente y el camino más peligroso é intransitable.

El flete costaria de 65 á 70 pesos tonelada.

Para el segundo punto, pasando por San Márcos, Apapantilla, Mesa de San Diego, Tulitlan, Miahuapa, Tihuatlan, El Horcon, El Zapotal y Cabellos blancos, y empleando cinco dias, el flete costaria 80 pesos.

Como se ve, en ambos casos este costo es excesivo, y hace desistir de la empresa; la que sólo podria discutirse, dada la existencia de un ferrocarril. Pero la construccion de éste es muy dudosa, puesto que no tiene aliciente que pueda servir de fundamento á su utilidad; y tanto ménos cuanto que los accidentes del terreno

1 Véase la página 79 de los Anales del Ministerio de Fomento, tomo VII, y la 75 del Opúsculo.

2 Véase la pagina 80 de los Anales del Ministerio de Fomento y la 80 del Opúsculo.

tienen que aumentar considerablemente las dificultades y los costos.

En efecto, fijándose en los puntos generales que deben tenerse presentes para fundar esta cuestion, haré observar que en la longitud de 24 kilómetros que hay entre Xico y el rancho del Tambor, cuya diferencia de nivel es de 942 metros, puesto que la altura del primero de dichos puntos es de 1098, y la del segundo de 156, la pendiente média será de 3.92 por 100; pero no es así, pues de las altitudes observadas, resultan pendientes de 5.40 por 100; habiendo grandes extensiones en que dichas pendientes exceden al 10 por 100.

Esto se entiende para el tramo comprendido entre el rancho del Tambor y Xico; pero como este último punto no ha de ser el extremo, puesto que no puede servir de centro de consumo ni de mercado para el carbon, habria que llevar éste hasta cerca de una via ya establecida, con la que se relacionaria la via supuesta.

El punto más inmediato es el de la Estacion del Ferrocarril de Hidalgo, situada en Tlalnalapa, cuya altura absoluta es de 2232 metros, y cuya distancia á Xico es de 95 kilómetros.

Por estos datos aislados se ve lo poco probable que es el establecimiento de una via férrea hácia la region explorada.

Para no dejar trunco este trabajo, y sujetarlo, como he procurado hacerlo con los anteriores de esta especie, á las instrucciones que el Ministerio del digno cargo de vd. se sirvió darme, para el desempeño de mi comision especial, presentaré el estudio del carbon que recogí en los depósitos descritos, cuyo estudio no es del todo inútil; pues aunque en la parte industrial no puede utilizarse, en la parte técnica constituye un dato más, que debe figurar en el catálogo de los combustibles existentes en nuestro suelo: dato que, es tanto más interesante, cuanto que los estudios de esta naturaleza son nuevos en nuestro país, y aun no se tiene el número de datos suficientes para resolver en términos generales la cuestion relativa á nuestra verdadera riqueza, en este ramo tan esencial de nuestras producciones mineras.

Este carbon se encuentra en el estado sólido propiamente dicho, y aunque en los puntos descubiertos, que durante mucho

tiempo han estado en contacto con la humedad y aun con el agua, las masas se desagregan, tal desagregacion no es absoluta, y los fragmentos muy pequeños en que la masa se divide, presentan el mismo carácter, ó más generalmente hablando, todos los caractéres de la masa; pudiéndose observar con toda claridad la figura de los fragmentos. Esta desagregacion, en sus efectos, es semejante á la que se produce por el choque ó por la percusion.

Su color es el negro de terciopelo, en su mayor grado de pureza.

Lustroso, y recien partido casi resplandeciente, de lustre de cera.

En masas; siendo la superficie, lisa, en la textura principal, y en la trasversal áspera y fibrosa.

La textura principal es pizarreña, y la trasversal fibrosa.

La figura de los fragmentos se acerca á la prismática.

La raspadura es mate y conserva el mismo color.

Tizna muy poco.

Peso específico, 1.142.

Arde con una llama muy clara, que se aviva notablemente por la accion del soplo, y que es debida al desprendimiento del hidrógeno, pues cesa cuando todo el gas se ha desprendido.

Se hincha exhalando un olor empireumático, y toma un aspecto globoso, semejante al de las escorias de un horno alto, quedando excesivamente ligera y poco consistente.

El análisis de este carbon y su poder calorífico, determinado por el sistema de Berthier, que es el que he adoptado para estas operaciones, da los siguientes resultados:

Carbon fijo	75.00
Cenizas	10.00
Sustancias volátiles y humedad	15.00
	100.00

Plomo reducido del litargirio	25.50
Carbon equivalente	0.765
Poder calorífico	5.763
Carbon equivalente á las materias volátiles	0.15

Por este conjunto de caractéres, se ve que el carbon que los presenta puede clasificarse como *ulla grasa.*

Su clase es buena, variadas sus aplicaciones, y si fuera abundante en su cantidad y fácil en su explotacion, desde luego seria recibido con grande estimacion en el mercado. Por desgracia no es así; pues como creo haberlo demostrado, estas dos circunstancias esenciales, y las demas que de ellas se derivan, son en extremo desfavorables.

Resumiendo las consideraciones hechas en las líneas que anteceden, y las consecuencias deducidas, resulta:

1º Que los yacimientos de carbon que existen en el cerro del Tambor, situado en la Municipalidad de Xico, perteneciente al Distrito de Huauchinango del Estado de Puebla, son depósitos accidentales, de poca importancia y corta duracion, que no ofrecen expectativa alguna para ser explotados con ventaja.

2º Que la formacion en que tienen su yacimiento, es la de transicion inferior ó *cambriana.*

3º Que su posicion topográfica es muy desfavorable, por la distancia á que están de los centros de consumo, por el mal estado de los caminos que los separan de ellos, y por las pocas probabilidades de tener una via férrea inmediata.

4º Que el carbon es una ulla grasa de buena calidad.

5º Que estos yacimientos son inexplotables.

Como cada una de estas deducciones es el resultado de la observacion, y todas ellas se fundan en los principios que naturalmente deben servirles de base, creo que deben ser aceptadas, y desviar la atencion de un punto que no puede servir de centro á una empresa como la que debe tener por objeto el desarrollo de nuestra industria carbonífera.

México, Abril 12 de 1883.

SANTIAGO RAMIREZ.

ÍNDICE DEL TOMO VII.



ANALES

DEL

MINISTERIO DE FOMENTO

DE LA

REPÚBLICA MEXICANA

TOMO VII

MÉXICO

IMPRENTA DE F. DIAZ DE LEON

Calle de Lerdo número 3.

1882


AMNH LIBRARY
100215520